GORTANIA

uigi

ATTI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

17 udine 1995

DIREZIONE E REDAZIONE
EDITING

Museo Friulano di Storia Naturale - via Grazzano 1, I-33100 UDINE - Tel. 0432/510221-504256

GORTANIA

ATTI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

VOL. 17 - 1995

EDIZIONI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

UDINE

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17 (1995)	5-35	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

R. MAROCCO, M. PESSINA

IL RISCHIO LITORALE NELL'AREA CIRCUMLAGUNARE DEL FRIULI - VENEZIA GIULIA *

COASTAL RISK IN THE SURROUNDING AREA OF MARANO AND GRADO LAGOON (FRIULI - VENEZIA GIULIA, ITALY)

Riassunto breve - La bassa pianura del Friuli - Venezia Giulia che contermina le lagune di Marano e di Grado è soggetta a rischi geomorfologici legati a fenomeni naturali (esondazioni fluviali e invasioni di acque marine e/o lagunari) che possono determinare effetti amplificati per cause connesse ai condizionamenti antropici imposti al territorio. L'innalzamento del livello del mare riscontrato in questi anni a scala planetaria rende ancora più problematica la situazione della piana costiera friulana che si trova per ampie zone al di sotto del l.m.m. La perimetrazione arginale della laguna, ricostruita dopo l'alluvione del 1966, garantisce al momento una sufficiente protezione del territorio retrostante, anche se in condizioni critiche ha manifestato in diversi punti e più volte gravi deficienze. Queste difese passive diminuiscono sempre più la loro funzione con il trascorrere del tempo, sia a causa del loro naturale deterioramento, sia per il progressivo innalzamento del livello marino che rende sempre più probabile il verificarsi di condizioni a forte rischio.

Sulla base di questi dati ed in forma molto semplificata si è eseguita una zonazione del Rischio Litorale (determinato essenzialmente dalla sola invasione di acque marine e/o lagunari) nell'area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia valutando complessivamente le condizioni di pericolosità, di vulnerabilità ed il valore ambientale del territorio.

Parole chiave: Rischio litorale, eventi estremi, geomorfologia, piana costiera, bonifica idraulica, argini, Friuli - Venezia Giulia.

Abstract - *The lowland surrounding the Marano and Grado Lagoon in the Italian region of Friuli - Venezia Giulia is exposed to geomorphological risks related to natural phenomena (such as river overflowing or inundation by sea and/or lagoon waters), which could produce amplified effects due to causes connected with man - made environmental changes. The global rise in sea level over the last few years has made the situation even more difficult for the Friuli coastal plain, which is largely placed below mean sea level. At present the lagoon embankment-ring, reconstructed after the 1966 flood, provides sufficient hinterland protection, in spite of the serious collapses repeatedly occurred in various points under critical conditions. Such works of passive defence have become less effective*

* Ricerca eseguita con il contributo del M.U.R.S.T. (Programma 60% "Cartografia Tematica del Friuli - Venezia Giulia e delle regioni fitime" diretto da F. Vaia).

over time as a result of both their natural renders the occurrence of high risk conditions increasingly probable.

In line with the above data, a simplified form of zoning of Coastal Risk (basically determined only by sea and/or lagoon water flooding) was performed in the Friuli - Venezia Giulia area surrounding the Marano and Grado Lagoon. The overall conditions of hazard, vulnerability and element of risk of the territory were evaluated.

Key words: *Coastal risk, extreme events, geomorphology, coastal plain, reclamation area, dams, Friuli - Venezia Giulia.*

Introduzione

Con il presente lavoro si intende fornire un quadro sintetico dell'attuale situazione geo-idrologica del territorio perilagunare del Friuli - Venezia Giulia e valutare il cosiddetto "rischio litorale", ovvero il prodotto della pericolosità, della vulnerabilità e del valore economico specifico della fascia costiera. [1] In questa valutazione si è tenuto conto:

- delle caratteristiche geomorfologiche e pedologiche dell'area;
- delle principali cause direttamente responsabili del rischio (l'innalzamento del livello marino e le mareggiate);
- dei condizionamenti antropici imposti al territorio (che vanno dal controllo e irrigidimento delle reti fluviali e dell'intero sistema lagunare, al prosciugamento di aree lagunari e paludose sino alla costituzione di poli industriali costieri) e soprattutto di quei costosi interventi che dovebbero mitigare o ostacolare le alluvioni, quali le grandi opere di arginatura e ricalibrazione dei corsi d'acqua e degli argini circumlagunari, effettuati dagli uffici competenti essenzialmente dopo l'evento calamitoso del novembre 1966.

Questa indagine diviene di estrema attualità se si considerano le possibili conseguenze di un innalzamento del livello del mare in un prossimo futuro che numerosi autori ipotizzano realizzarsi con una gamma di valori che vanno dai 7 cm ai 3.5 m (Pirazzoli, 1989), ma che si ritiene altamente probabile verificarsi con entità di circa 20 cm entro il 2030 (Warrik, 1989) o di circa 35 cm entro il 2050 (Meier, 1989).

In questa situazione di progressivo innalzamento del livello marino (che può essere aggravata da movimenti di abbassamento del suolo) gran parte delle scelte di pianificazione territoriale adottate sulla base di valutazioni dello stato contingente (od a brevissimo termine) dell'area costiera dovrebbero esser riviste e rapportate al probabile scenario futuro.

---

(1) Come "Pericolosità Ambientale" viene considerata la probabilità o la possibilità che un certo fenomeno naturale potenzialmente dannoso si verifichi in un determinato territorio;
- la "Vulnerabilità Ambientale" è l'attitudine dell'ambiente naturale e/o antropico a sopportare determinati fenomeni naturali potenzialmente dannosi;
- il "Valore Territoriale" viene inteso come il valore di proprietà o della capacità produttiva o di una risorsa naturale utilizzata o utilizzabile dalla società umana (Panizza, 1987; Gisotti & Bruschi, 1990).

Caratteri fisici del territorio

L'area indagata è localizzata nel settore più meridionale della bassa pianura veneto - friulana che circoscrive le lagune di Marano e di Grado. É costituita da zone basse, piatte, delimitate ad Ovest ed ad Est da due estesi alti morfologici dove scorrono rispettivamente i fiumi Tagliamento e Isonzo.

La bassa pianura è solcata da fiumi che nascono dalle risorgive ridotti oggidì a profondi rii o canali. Da Ovest ad Est si riconoscono i fiumi Stella, Turgnano, Cormor (pro parte), Zellina, Corno, Ausa, Natissa e Tiel che scorrono in solchi dell'antica piana alluvionale del

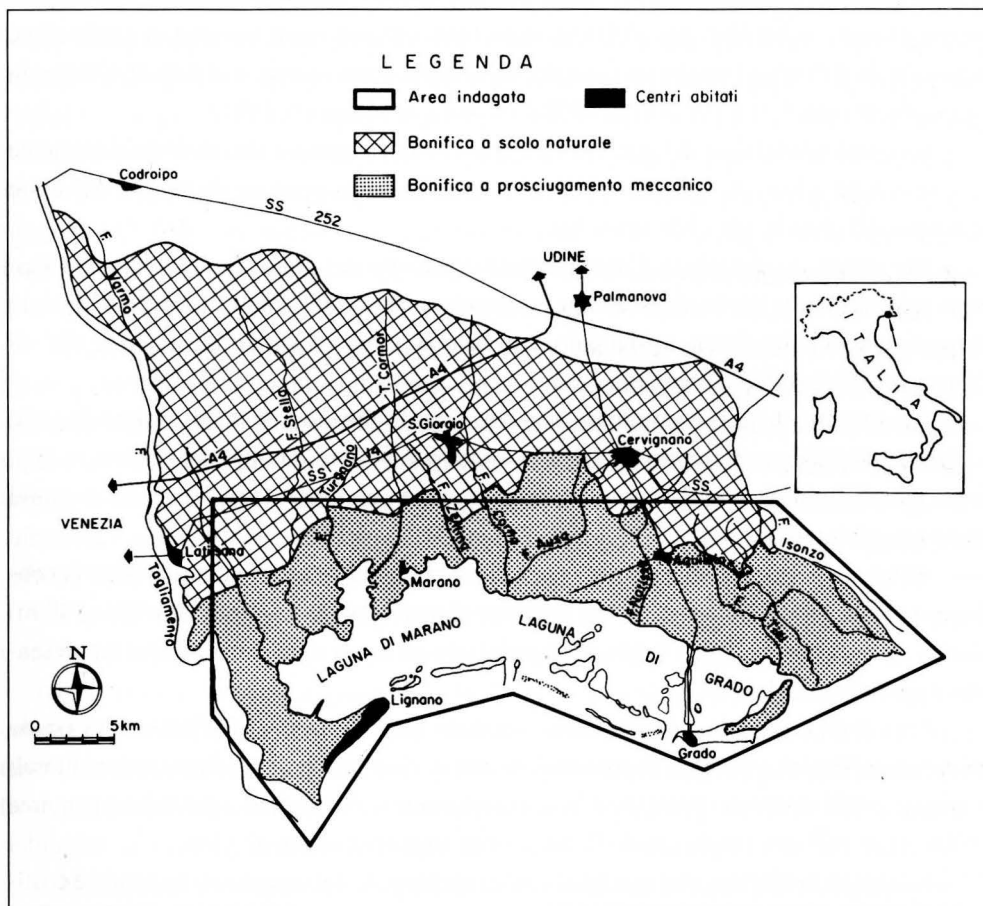



Fig. 1 - Bassa pianura friulana: area indagata ed estensione delle bonifiche a prosciugamento meccanico e a scolo naturale.
- *Friuli lowlands: study area and extension of reclamation by mechanical and natural drainage.*

Cormor - Torre. Tutti questi fiumi sono oggi arginati e gran parte di essi esplicano anche la funzione di collettori principali di una fitta rete di canali di bonifica.

A fianco di queste incisioni che, nel caso dello Stella e del Corno, assumono forma di bassure lievemente terrazzate, si riconoscono una serie di dossi, con fianchi poco pendenti e allungati in senso Nord - Sud, costituiti da depositi sabbioso - ghiaiosi che si stagliano sulla coltre essenzialmente pelitica della antica piana di esondazione. Questi dossi rappresentano i vecchi percorsi dei fiumi che divagavano nella paleo-pianura friulana.

A Nord della Laguna di Grado, tra il margine di conterminazione lagunare e Aquileia, si rinvengono alcuni rilievi sabbiosi a volte cementati, più elevati dei precedenti e orientati secondo direzioni diverse (da NNE - SSW a ENE - WSW). Analogamente agli altri dossi di origine fluviale individuati più ad Ovest, questi alti, che sono stati interpretati anche come dune litorali, definisco i vecchi percorsi dei fiumi del sistema isontino (Isonzo, Natisone e in tempi più recenti, Torre) (Marocco, 1991; Lenardon & Marocco, 1994).

La quasi totalità di questi alti morfologici sono quasi sempre ubicati immediatamente ad Ovest degli attuali percorsi dei fiumi ed evidenziano una generale diversione del tratto terminale del reticolo idraulico verso Est.

Nel settore occidentale dell'area indagata il percorso del fiume Tagliamento si sviluppa su un dosso molto stretto che si allarga progressivamente verso il delta. L'apparato deltizio presenta una classica forma a triangolo, con base di circa 14 km ed ali di 7 km (lidi di Lignano) e 9 km (lidi di Bibione).

Il corpo del delta è costruito da una ossatura di almeno 8 sistemi di dune litorali, sabbiose, allungate, con altezze da 2 a 6 m e separate tra loro da lievi depressioni (lame). Gran parte di questi rilievi sono stati recentemente smembrati per far posto ai nuovi insediamenti turistici.

Al lato opposto dell'arco costiero lagunare si colloca il fiume Isonzo, che dopo la confluenza con il Torre - Natisone, scorre al centro di un ampio dosso (larghezza 100 - 140 m) che si protende a mare dando luogo ad un delta con un unico canale distributore rappresentato oggi dallo Sdobba.

Tra i tratti terminali di questi fiumi prendono luogo le lagune di Marano e di Grado delimitate a Nord da un argine di conterminazione e, verso mare, da modesti cordoni litorali e spiagge sottili sabbioso - pelitiche. Complessivamente le due lagune si estendono per circa 16000 ettari, con una lunghezza di 32 km ed una larghezza media di 5 km.

La laguna di Marano, che occupa il settore occidentale del complesso lagunare, è costituita da uno specchio d'acqua poco profondo (circa 1 m), solcato da una serie di profondi canali che mettono in comunicazione i fiumi di risorgiva (Stella, Turgnano, Cormor - pro-parte - Zellina e Corno) con il mare. Le poche barene presenti nella laguna sono quasi

sempre ubicate ai suoi margini interni, in corrispondenza dei delta attuali e fossili dei fiumi Stella e Cormor, rispettivamente.

La laguna di Grado, ubicata nel settore orientale dell'area, è meno profonda della prima, ma con un reticolo idrografico più sviluppato e soprattutto più articolato grazie ad una maggiore estensione delle aree emerse. In queste, ed in particolar modo nelle isole, si riconoscono rilievi sabbiosi continentali che rappresentano la continuazione verso mare dei dossi che si rinvengono nella piana di Aquileia.

All'interno della laguna di Grado ed ai margini della laguna di Marano ampi specchi d'acqua sono stati recintati con argini di natura diversa (in terra, in pietrame, in terra con rivestimento, ecc), che si elevano fino alla quota massima 12 (quota convenzionale; 10 = il livello del mare), delimitando parte del territorio lagunare sfuttato per l'itticoltura (valli da pesca). Le quote degli argini corrispondono ad una precisa normativa del Magistrato alle Acque in quanto, in caso di Acque Alte gli specchi d'acqua così recintati possono funzionare da bacini di piena e limitare l'altezza e la spinta dell'acqua sugli argini perilagunari. Quando le valli da pesca si trovano inglobate nella terraferma, le quote degli argini fronte laguna raggiungono l'altezza massima di 12,5 (quota convenzionale). Gran parte degli argini perilagunari sono stati innalzati dopo le alluvioni passate ad una quota nominale di almeno 3 m sul l.m.m.

Dal punto di vista litologico l'area in esame comprende una gamma di terreni incoerenti che vanno da una tessitura ghiaioso-sabbiosa delle attuali e vecchie alluvioni dei fiumi a carattere montano (Tagliamento e Isonzo) ad una tessitura francamente pelitica dei depositi paludoso - lagunari dell'area circumlagunare attualmente bonificata. Questi terreni danno origine a suoli interessati dalle oscillazioni della falda freatica o dalla presenza di acque salmastre. Così, nelle aree di bassura che contornano i percorsi dei fiumi di risorgiva sono presenti i Gleysuoli; nelle aree di bonifica i classici suoli con accumulo di sali solubili.

Sugli alti morfologici ed in generale sulle alluvioni più grossolane predominano i Cambisuoli e, nei rilievi ferrettizzati e parzialmente cementati, i Ferralsuoli (REGIONE FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1984). La maggior parte di questi terreni e suoli sono stati e vengono continuamente decorticati e rimaneggiati dall'azione meccanica della coltivazione agricola, tant'è che oggi gran parte dei suoli della bassa pianura veneto-friulana possono esser classificati come suoli agricoli con un orizzonte pelitico uniforme (40 - 50 cm), che poggia sul sedimento originale sottostante (LENARDON & MAROCCO, 1994).

Nell'area circumlagunare sono presenti siti archeologici riferibili all'età del Bronzo - età del Ferro (CASSOLA GIUDA, 1979; MAROCCO & PUGLIESE, 1982) e, soprattutto per l'area intorno ad Aquileia, all'età romana (BERTACCHI, 1979; ZACCARIA et al., 1989; MAROCCO, 1991). In particolare, mentre i siti archeologici di età anteriore a quella romana sembrano esser

presenti essenzialmente lungo i fiumi che incidevano da Nord a Sud l'area in esame, quelli romani sono distribuiti seguendo una preciso schema di colonizzazione (centuriazione) che presupponeva un organico controllo delle acque ed una costante azione di bonifica, processi questi che, iniziati in quel periodo e dopo una stasi dovuta all'abbandono delle terre in epoca medioevale, furono ripresi circa quattro secoli fa dalla Repubblica di Venezia (area occidentale) e, più recentemente, dall'Impero Austriaco (bonifiche teresiane) nel settore orientale. Questa grande opera di bonifica è stata completata dopo la seconda guerra mondiale sottraendo circa il 20% degli originali spazi lagunari.

Il territorio perilagunare può esser suddiviso in una serie di bacini idrografici a scolo naturale o a scolo meccanico (fig. 1). Per i primi il deflusso delle acque superficiali viene favorito dalla naturale pendenza della piana e da quote superiori al l.m.m.; per i secondi invece, in situazione di depressione assoluta, lo scolo viene garantito dal costante funzionamento di una serie di idrovore.

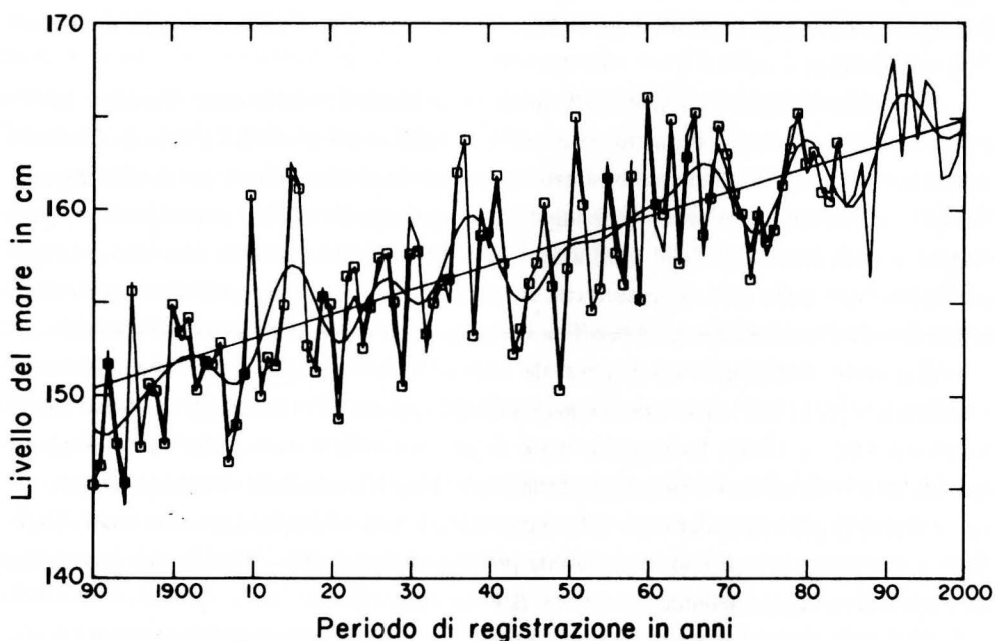



Fig. 2 - Valori medi annuali, media mobile e trend di innalzamento del livello marino a Trieste (da Stravisi & Ferraro, 1986).
- *Rise of sea level in Trieste: average yearly values, mobile mean and trends (from* Stravisi & Ferraro, *1986).*

Valutazione dei tempi di ritorno degli eventi eccezionali

Secondo le registrazioni del livello del mare a Trieste (iniziate nel 1890) il livello medio in questo ultimo secolo è aumentato di 14 cm (fig. 2).

Dalle serie temporali delle registrazioni orarie, iniziate nel 1939 ed elaborate da diversi autori (FERRARO, 1973; STRAVISI, 1973; STRAVISI & FERRARO, 1986; MOSETTI, 1989; MOSETTI, CRISCIANI & FERRARO, 1989; SRAVISI, 1993), risulta che in questi ultimi trent'anni la situazione appare stazionaria. Considerando i casi di elevazione del l.m. oltre il metro rispetto alla quota zero (livello medio) come indicativi di un livello di guardia per un rischio di invasione marina, STRAVISI (1993) fornisce una serie di dati statistici di notevole interesse. Il numero maggiore di casi di superamento di questo livello di guardia si è manifestato nel periodo 1966-1979; le maggiori elevazioni medie si sono registrate nel 1969 e nel 1980. Il livello del mare più elevato si è verificato il 26 novembre 1969 con 2,0 m sopra il l.m.m. I fenomeni di Acque Alte si concentrano nei mesi da settembre a marzo con un massimo di frequenza nel mese di novembre.

Applicando la statistica di GUMBEL (1958) per la determinazione della frequenza degli eventi estremi (GEV distribution) si ottengono i seguenti tempi di ritorno (STRAVISI, 1993):
- livello del mare superiore a 110 cm 1,5 anni;
- livello del mare superiore a 150 cm 30 anni;
- livello del mare superiore a 200 cm 70 anni.

Secondo altri calcoli l'Acqua Alta del 26 novembre a Trieste (2,0 m), considerando i valori annuali nell'arco di tempo dal 1944 al 1988, presenta un tempo di ritorno di 195 anni. Se nel computo si utilizzano i valori mensili opportunamente filtrati, il tempo di ritorno si abbassa a 112,6 anni (MAZZARELLA & PALUMBO, 1991).

Da questa breve disanima dei dati si evince oltre ad una certa discordanza nella valutazione dei tempi di ritorno degli eventi eccezionali, una considerevole diminuizione dei tempi calcolati per livelli leggermente più bassi di quelli massimi: con riferimento alla serie temporale sopra indagata una riduzione di soli 5 cm rispetto al valore massimo fa crollare il tempo di ritorno a 38 anni. A Venezia il tempo di ritorno dell'Acqua Alta del novembre 1966 è compreso tra 29 e 66 anni (MAZZARELLA & PALUMBO, 1991).

A questo punto si ritiene opportuno sottolineare che tali valori hanno significato solo statistico. Ad ulteriore conferma di questo fatto si ricorda che a soli tre anni di distanza dal novembre del 1966, quando il livello del mare raggiunse quota 1,95 m (dati del Consorzio per lo Sviluppo e la Bonifica della Bassa Friulana), si verificò a Trieste il massimo livello del mare fino ad ora registrato (2,0 m dal l.m.m.).

Quanto detto si riferisce al solo innalzamento del livello del mare per il fenomeno delle Acque Alte dovuto alla sommatoria dei seguenti fattori:

- alta marea astronomica;
- bassa pressione atmosferica;
- ingorgo determinato da venti meridionali;
- oscillazione forzata del mare Adriatico (sessa).

La condizione di Acqua Alta si accompagna generalmente ad un intenso sviluppo del moto ondoso che aumenta notevolmente la possibilità di invasione marina delle aree costiere e perilagunari. A questo proposito si è dovuto constatare che, benchè l'alto Adriatico viene considerato uno dei mari italiani più studiati, nell'area friulana mancano ancora registrazioni sistematiche del moto ondoso sotto riva che possano permettere una previsione statistica attendibile. I pochi dati attinti su questo argomento riferiscono che durante una mareggiata a Grado si sono registrate altezze d'onda di 1,45 m (max) e di 1,00 m (min) con una lunghezza di 15 m e periodo 7 sec (Marocco, 1972; tesi di laurea compendiata in Brambati, 1974). Dalle registrazioni Enel eseguite nel Golfo di Trieste nel periodo 1988-89 (Enel, 1990) emerge un moto ondoso anomalmente ridotto: l'elaborazione statistica di questi valori rileva che un'altezza d'onda significativa di 110 cm si presenta con un tempo di ritorno di 10 mesi e, quindi, secondo la formula empirica (Hmax = 1,6 Hs), una ondazione di 176 cm è un evento estremamente probabile nell'arco di un anno.

In concomitanza con l'Acqua Alta l'effetto combinato di massimo livello marino e di massima ondazione supera agevolmente i 3 m dal l.m.m. lungo l'arco costiero e può approssimarsi attorno ai 2,5 - 3,0 m nell'area circumlagunare. A ciò si aggiunga che in tali condizioni le precipitazioni e le conseguenti piene fluviali (che vengono considerate un fenomeno generalmente contemporaneo alle Acque Alte, Stravisi, 1993), possono determinare ulteriori aumenti del livello marino. Per tutta questa serie di motivi si ritiene che nelle condizioni attuali il retroterra lagunare del Friuli - Venezia Giulia potrà esser difeso adeguatamente dall'invasione dell'acqua salmastra solo con arginature poste ad una quota sommitale superiore ai 3 m dal l.m.m.

Prendendo ad esempio la situazione di altre piane costiere europee e facendo riferimento all'Olanda, dove viene rivolta particolare attenzione a questi problemi, si evidenzia che le opere di difesa costiera di quel paese vengono progettate per sopportare condizioni eccezionali aventi tempo di ritorno di 4000 anni in certe aree e 10000 anni in altre, ritenute più a rischio (Gornitz, 1991; Beets et al., 1992). Oggi, in situazione di innalzamento generale del livello marino, anche questi baluardi di difesa dall'invasione marina vengono ridiscussi in funzione della diminuizione del margine di sicurezza determinato dal progressivo aumento del livello marino.

Per quanto attiene alle piene fluviali (il cui rischio specifico esula da questo studio) recenti ricerche hanno messo in evidenza che il tempo di ritorno delle piene del fiume

Tagliamento si approssima a circa 100 anni (ormai ridottisi a 60) (FORAMITTI, 1990a).

Da questi studi si conclude che i tempi di ritorno delle piene eccezionali (100 anni) hanno più o meno la stessa frequenza delle Acque Alte (70 - 112,6 anni) e sono di molto inferiori al verificarsi delle mareggiate più violente (30 - 40 anni). Si evince inoltre che le grandi opere di difesa circumlagunare costruite in questi ultimi anni presentano margini di sicurezza minimi rispetto agli eventi eccezionali in continua evoluzione.

La situazione planoaltimetrica del territorio perilagunare

Uno dei parametri più importanti per una valutazione dell'esposizione al rischio potenziale di una invasione delle acque lagunari e fluviali in una area circumlagunare è dato dalle caratteristiche morfologiche del territorio e soprattutto dal suo sviluppo altimetrico riferito al l.m.m. Per conoscere questo importante fattore di vulnerabilità è stato definito l'assetto topografico dell'area in esame attraverso la stesura di una carta tematica del microrilievo (fig. 3), realizzata sulla base delle quote puntuali della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) della Regione Friuli - Venezia Giulia in scala 1:5 000. Sulla base di questi dati si sono tracciate le curve di livello che, in funzione della precisione delle quote (ricavate dalla restituzione fotogrammetrica), presenta un dettaglio al metro.

I risultati dell'elaborazione sono stati poi trasferiti attraverso riduzioni di scala su base cartografica I.G.M. (scala 1:25 000) e quindi semplificate nella figura 3.

Si precisa che in questa carta tematica non sono stati volutamente inseriti i rilevati artificiali (argini, rilevati stradali e ferroviari, ecc.) che saranno oggetto di una ricerca specifica che verrà esposta nelle pagine seguenti.

Come già accennato nella descrizione geomorfologica dell'area in esame il territorio circumlagunare presenta, oltre all'ovvio incremento di quota procedendo dalla costa verso l'entroterra (andamento Sud-Nord, con pendenze medie di 1,4 - 1,7 ‰ nelle aree più acclivi e di 1,0 ‰. in quelle più pianeggianti), anche un andamento Ovest-Est, con una diminuzione di quota dal dosso del F. Tagliamento alla vecchia piana alluvionale del Ausa-Corno, seguita da un repentino innalzamento in coincidenza del conoide attuale e di quelli recenti del F. Isonzo (fig. 4). In termini assoluti le fasce altimetriche più elevate competono ai dossi dei fiumi Tagliamento e Isonzo con quote da 5 a 6 m; quelle più basse si riconoscono nelle aree paludoso-lagunari recentemente bonificate della gronda lagunare aquileiese (-2/-3 m dal l.m.m.).

A questi trends altimetrici fanno eccezione l'area litorale che presenta quasi sempre stretti areali rialzati rispetto alle zone retrostanti, i rilievi dell'agro aquileiese (vedi MAROCCO, 1991; LENARDON & MAROCCO, 1994) e, infine, le strette fasce di direzione Nord-Sud che definiscono i modesti dossi dei tratti terminali dei fiumi di risorgiva.

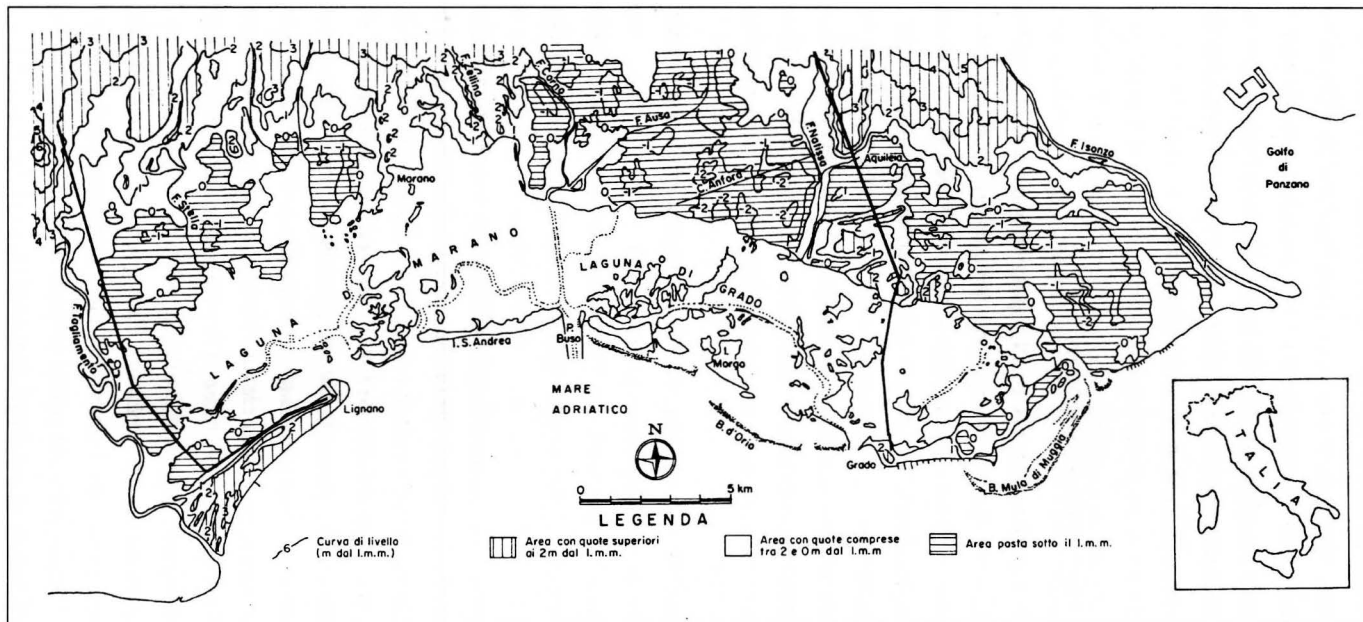



Fig. 3 - Area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia: situazione planoaltimetrica.
- *Plani-altimetric map of the plain surrounding the Marano and Grado Lagoon.*

Le aree più basse dell'intero territorio circumlagunare si riconoscono soprattutto in una vasta zona che dalla confluenza dei fiumi Ausa - Corno si estende fino al Natissa, e, più ad Est, alla destra del F. Isonzo. In queste si registrano quote negative fino ad un massimo di -3 m sotto il l.m.m., che sono anche più basse rispetto all'attuale piano dei fondali lagunari adiacenti.

Nella carta planoaltimetrica il territorio circumlagunare indagato (circa 312 kmq) è stato suddiviso in tre fasce rappresentanti le zone di Alta, Media e Bassa esposizione al rischio di una invasione da parte di acque marine e/o lagunari secondo il parametro quota del territorio. In particolare, sono state considerate zone ad Alta Vulnerabilità Ambientale tutte quelle al di sotto del livello medio del mare. Esse sono zone di recente bonifica, spesso soggette a fenomeni di subsidenza naturale ed indotta (che ha determinato abbassamenti del suolo da 0,3 a 1,5 m, a seconda della natura dei terreni, FORAMITTI, 1990b) e che, in mancanza di adeguate protezioni arginali o nell'eventualità di una loro rottura, verrebbero sommerse per semplice travaso delle acque dalla laguna al retroterra. Percentualmente queste zone rappresentano circa il 34 % dell'intera area analizzata.

Le zone a Media Vulnerabilità Ambientale sono quelle poste tra 0 e 2 m sopra il l.m.m. Esse rappresentano il 40 % del territorio circumlagunare ed individuano le aree di possibile invasione da parte delle Acque Alte eccezionali.

Le zone a Bassa Vulnerabilità Ambientale sono quelle che si trovano al di sopra di 2 m dal l.m.m. e che non sono mai state raggiunte da acque lagunari e marine, almeno negli ultimi anni. Esse rappresentano circa il 26 % del territorio circumlagunare.

Gli effetti delle alluvioni e delle mareggiate eccezionali sull'entroterra lagunare e lo stato attuale delle opere di difesa

La situazione anteriore al novembre 1966 vedeva il margine lagunare bordato da arginature costruite per lo più in terra e con scarpate quasi mai presidiate da pietrame. Al verificarsi di una situazione critica esse presentavano ovunque delle deficienze più o meno

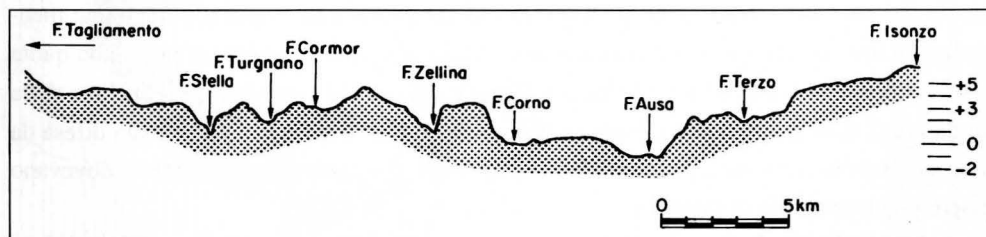



Fig. 4 - Profilo topografico Ovest - Est del margine settentrionale dell'area indagata.
- *Topographic West - East profile of the northern rim of study area.*

gravi sia con riferimento alle quote, sia alla loro stabilità. Il loro lento e continuo degrado era principalmente determinato da una serie di fattori tra cui:
- il continuo e graduale costipamento del terreno di appoggio per il suo prosciugamento;
- la scarsa qualità geotecnica dei materiali prelevati in posto che costituivano i rilevati;
- le difficoltà di manutenzione e di ripristino delle opere a causa della ridotta rete viaria.

Diverse situazioni più o meno critiche avevano portato al ripetersi di allagamenti che culminarono nell'alluvione del 3-4 novembre 1966. In quella occasione (fig. 5) numerose furono le rotte arginali sui fiumi, sul margine di conterminazione lagunare e sul litorale (Stefanini et al., 1979). Quasi tutte le aree emerse lagunari, la strada Belvedere - Grado ed i centri abitati di Grado, Marano e Lignano furono allagati dalle acque marine che avevano facilmente sormontato il cordone litorale e rotto in più parti le difese costiere. L'acqua salmastra penetrò mediamente per circa 1 km nel retroterra della laguna di Marano (raggiungendo i 2 km nei pressi di Marano) andando poi a mescolarsi con l'acqua di esondazione fluviale. Le acque rimasero per più giorni all'interno delle aree circumlagunari a causa della difficoltà di deflusso. In quella occasione si è constatato che gravi danni alle opere erano concentrati non fronte laguna, ma a tergo, a causa di fenomeni di sifonamento.

A questa invasione marina rimase immune solamente un breve tratto di costa nell'entroterra aquileiese grazie alla sua favorevole situazione altimetrica. Dopo quell'evento si rese necessario un intervento risolutore per circa 65 km di gronda lagunare e per oltre 100 km di sponda fluviale. Si sono costruiti quindi quattro tipi di argine che dovevano risolvere le diverse problematiche del margine lagunare (Consorzio per la Bonifica e lo Sviluppo Agricolo della Bassa Friulana, 1955/1990).

Argini di tipo A. Questi argini sono stati previsti per quei tratti di costa esposti all'azione violenta del moto ondoso (fig. 6a).

Salvo situazioni particolari per queste difese passive, come per tutte le altre, è stata prevista una quota convenzionale alla sommità di 13 (circa +3 m dal l.m.m.) ed una larghezza sommitale di circa 3 m. Le scarpate esterne ed interne dovevano avere una pendenze 66.7%. La scarpata esterna doveva inoltre essere completamente rivestita in pietrame mentre quella interna doveva essere dotata di una banchina di 4 m di larghezza posta alla quota convenzionale 11 (circa +1 m dal l.m.m.). Verso mare era stata prevista una banchina della larghezza di 6 m (sempre posizionata ad una quota convenzionale 11), a sua volta difesa da una scogliera in pietrame. Su questa banchina, "dopo il naturale costipamento", dovevano essere piantumate file di tamerici.

Argini di tipo B. Presentano le medesime caratteristiche costruttive degli argini A, tranne che per l'assenza della banchina a laguna (fig. 6b).

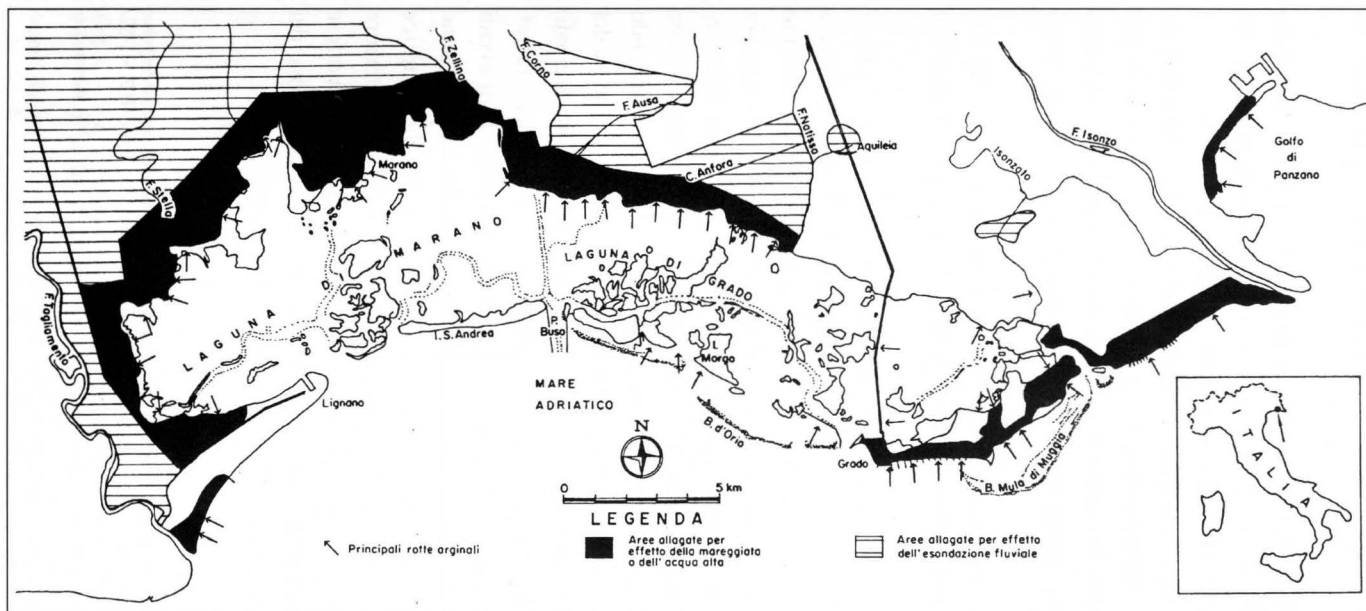



Fig. 5 - Principali rotte arginali e planimetria delle zone allagate durante l'evento eccezionale del novembre 1966 (da STEFANINI et al., 1979, modificata).

- *Main embankment breaks and planimetric map of the land flooded during the extreme event of November 1966 (from* STEFANINI *et al., 1979, modified).*

Argini di tipo C. Simili a quelli B, ma privi del rivestimento e della scogliera in pietrame (fig. 6c).

Argini di tipo K. Previsti per la difesa dei territori confinanti con il mare. Presentano un muretto in calcestruzzo sul preesistente rilevato in terra fino alla quota di + 3 m dal l.m.m. e rivestimento e difesa al piede della scarpata a mare con pietrame (fig. 6d).

In fase di realizzazione questi argini sono stati modificati, più o meno ampiamente, per adeguarli sia alle specifiche esigenze del tratto di costa sia alle non sempre sufficienti disponibilità economiche. Così, il materiale necessario per rialzare e rafforzare gli argini venne prelevato in situ attingendo ai depositi lagunari e solo in alcuni casi ricorrendo al prelievo in cave di prestito.

Tutta l'opera di nuova conterminazione lagunare è stata suddivisa in otto lotti, che sono stati tutti ultimati ad eccezione del settimo (territorio delle valli da pesca di Marano) in progetto di attuazione.

Anche gli argini dei fiumi di risorgiva, costruiti al tempo delle prime bonifiche, e quelli dei fiumi Tagliamento e Isonzo sono stati rivisti e integralmente rifatti in vicinanza delle foci. La costruzione di queste nuove arginature ha richiesto poco meno di un decennio (1968 - 1976). Nella situazione attuale, quindi, gran parte delle opere di difesa passiva per contenere l'invasione delle acque dalla laguna e l'esondazione fluviale sono state ultimate.

L'analisi della funzionalità di questi manufatti è un argomento molto complesso che abbisogna di una ricerca specifica che, al momento, esula da questo studio.(2) Semplificando notevolmente il problema e prendendo in considerazione solamente due parametri (quota del rilevato e sua stabilità nel tempo) ci preme evidenziare che le quote delle sommità arginali, portate a circa +3 m dal l.m.m. per la quasi totalità della conterminazione lagunare danno, nella situazione attuale, un minimo margine di sicurezza con i tempi di ritorno degli eventi eccezionali calcolati. É chiaro però che queste difese, con il trascorrere del tempo, hanno subito notevoli modificazioni del loro assetto iniziale, se non altro per la semplice compattazione dei materiali per lo più argillosi che li costituiscono. Una ulteriore compattazione del materiale argilloso si può prevedere dal carico di pietrame messo a difesa del manufatto. Ci si può aspettare, pertanto, che dopo 20 anni circa dalla esecuzione dei diversi lotti parte delle arginature si trovino a quote inferiori ai +3 m nominali.

---

(2) Un test eseguito per verificare la stabilità fronte terra dei rilevati arginali di tipo C ha evidenziato (PESSINA, 1993) che:
- la particolare geometria dei nuovi rilevati ha migliorato notevolmente il fattore di equilibrio delle opere (F.E. = 1,52/2,50) che, prima dell'intervento, raggiungeva spesso le condizioni limite;
- un innalzamento di 1 m della falda all'interno del rilevato determina una riduzione del F.E. del 12 - 13 %, mentre per innalzamenti di 2 m la riduzione del F.E. diviene circa doppia (25% circa);
- anche in condizioni estreme di innalzamento della falda (superiori a 2 m dal l.m.m.) il F.E.del rilevato rimane compreso tra i valori di 1,47/1,91, confermando una buona stabilità.

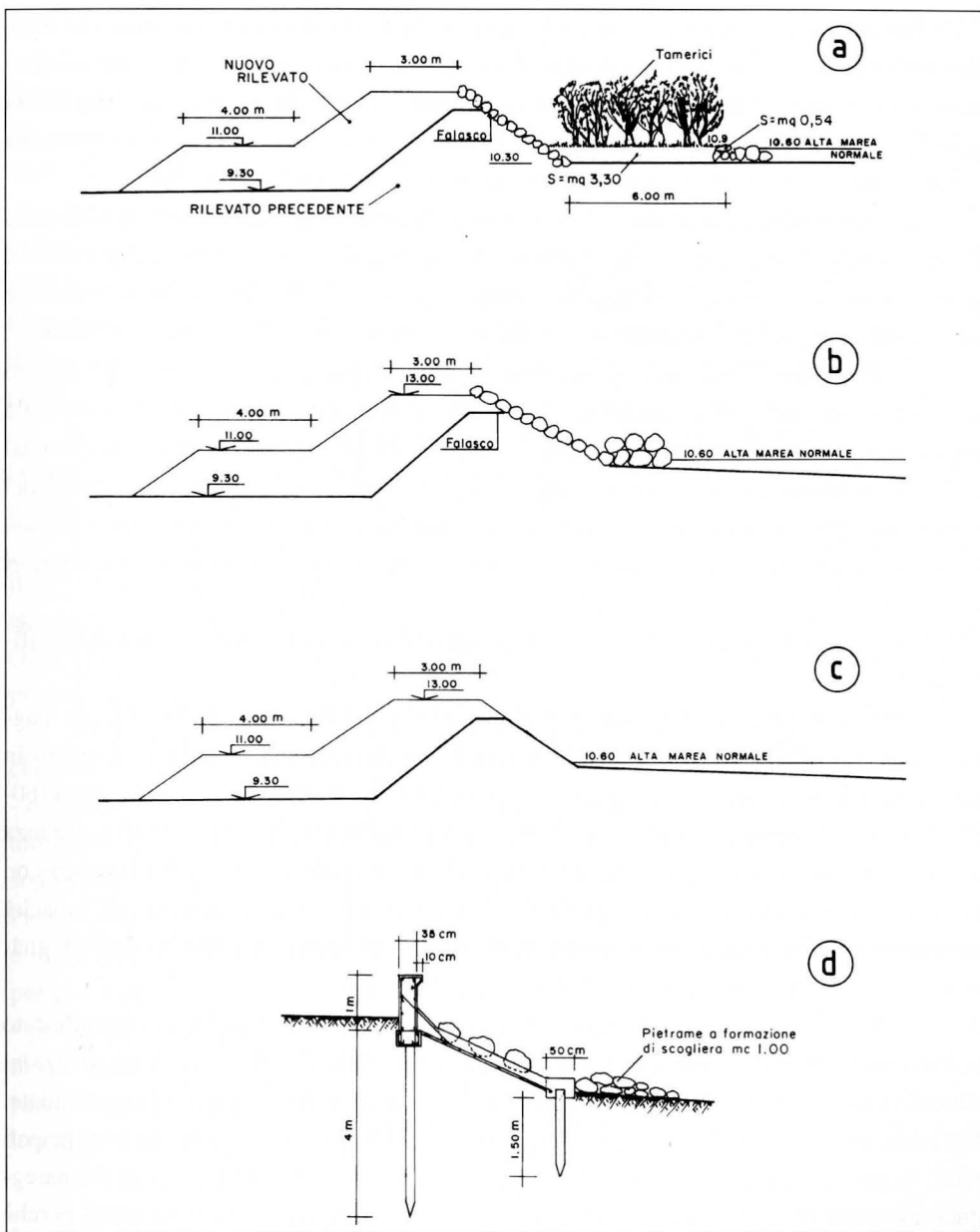



Fig. 6 - Le opere di difesa dell'area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia: a) argini di tipo A; b) argini di tipo B; c) argini di tipo C; d) argini di tipo K.
- *Lagoon hinterland protection works in Friuli - Venezia Giulia: a) embankment of type A; b) embankment of type B; c) embankment of type C; d) embankment of type K.*

Non aiuta a risolvere questo problema le quote in dosso delle arginature riportate dalla Carta Tecnica Regionale (C.T.R), perche misurate nel periodo nel quale non tutte le opere erano state ultimate. Anzi, la ricerca di una conferma delle reali quote arginali dai rilievi della C.T.R. evidenzia una serie di dati che in parte comprovano le quote di progetto, ma molte segnalano altezze di gran lunga superiori o inferiori a quelle progettuali.

In conclusione, non avendo a disposizione le quote arginali aggiornate e facendo riferimento ai rilievi della C.T.R. (che seppur imprecisi sembrano esser confermati da recenti rilievi topografici eseguiti dalla Regione Autonoma F.V.G., 1990), ampi tratti di arginature perimetrali della laguna verrebbero a trovarsi oggi a quote inferiori a quelle progettuali.

É sintomatico il caso di Lignano dove gli argini lagunari posti a difesa dell'abitato dopo l'alluvione del 1966, ultimati nel 1975, furono ricostruiti perchè la quota sommitale era scesa da 3 m dal l.m.m a 2,70 - 2,60 m. A Grado le difese di altezza superiore ai +3 m dal l.m.m. si riconoscono solamente in alcuni tratti di litorale (murazzi) mentre la totalità del margine dell'abitato verso laguna è posto a quote inferiori ai 2 m. A Marano il centro storico è ubicato a quote dai 1 ai 2 m dal l.m.m. e le banchine del porto canale hanno quote inferiori ai 2 m.

La situazione è ancora più complessa per quanto attiene alla stabilità e quindi all'efficienza delle opere di difesa.

Come si è constatato dalle relazioni di esecuzione del Consorzio di Bonifica, la maggior parte dei rilevati arginali è stata costruita con materiale pelitico-torboso escavato in laguna in prossimità dell'argine. Questo materiale presenta notevoli contenuti in acqua (60-70 %) e scarse proprietà geotecniche. L'escavazione dei fondali lagunari a breve distanza dall'opera ha inoltre determinato battenti d'acqua più profondi di quelli tipici lagunari con possibilità di favorire la ripresa del moto ondoso e quindi di aumentare la sua capacità erosiva. Si sottolinea infine che in nessun tratto arginale è stato previsto l'utilizzo di adeguate protezione contro le infiltrazioni d'acqua sotto il rilevato.

A conclusione di questa sintetica trattazione si rileva che gli argini hanno manifestato la loro instabilità già durante la fase di costruzione, nel 1968, quando in seguito a situazioni atmosferiche critiche si verificarono franamenti e cedimenti delle opere appena ultimate. Ciò avvenne quasi sempre negli stessi punti in cui, nel 1966, si erano verificate le principali rotte. Va però ricordato che l'analisi dettagliata dei danni ai corpi arginali causati da mareggiate avvenute dopo il 1966 ha solamente un valore statistico e di larga massima perchè raramente è dato sapere se l'argine danneggiato era già stato ultimato oppure era in fase di risistemazione.

Valore ben diverso hanno le informazioni assunte circa i danni causati dalle avversità atmosferiche di eccezionale intensità che si verificarono nel dicembre 1979 e nell'ottobre

1980. In quelle occasioni, le opere di arginatura lagunare e fluviale, completate da tempo, manifestarono una serie di erosioni e cedimenti che provocarono esondazioni e invasione di acqua marina nelle località di Fossalon di Grado, Comugne di Fiumicello, S. Marco e Pantiera di Aquileia, Nogaredo di Torviscosa, Colomba e Villabruna di Carlino, nelle bonifiche di Muzzana e a Hierchel di Latisana.

Bisogna sottolineare inoltre che, sebbene dal 1966 ad oggi molte siano state le situazioni critiche in cui si sono verificate tracimazioni, erosioni degli argini ed allagamenti, mai si sono ripetute le condizioni estreme del novembre 1966. Inoltre, l'intervento dell'uomo in questo periodo è stato sostanzialmente mirato al ripristino e miglioramento delle opere di difesa passiva, senza intervenire sulle cause o concause che avevano determinato il loro crollo.

Il ripetersi delle rotte degli argini negli stessi punti e la coincidenza tra le rotte e la posizione di paleoalvei individuati dalla cartografia storica fa ritenere che possibili cause di instabilità dei rilevati sia da ricercarsi nell'immediato sottosuolo.

Per tutta questa serie di motivi si ritiene che in situazioni analoghe a quelle verificatesi il 3-4 novembre 1966 i tratti arginali e le aree allagate in quel periodo debbano ritenersi ancora oggi soggetti a quel tipo di pericolosità. Analoga conclusione è stata tratta da Foramitti (1990a) per quanto attiene alla pericolosità di allagamento dei territori adiacenti al basso percorso del Tagliamento.

Sulla base di queste informazioni si è redatta una carta delle difese artificiali (fig. 7) che tiene conto:

- della stabilità "pregressa" dei rilevati arginali ubicati a difesa del margine lagunare negli ultimi 30 anni. Sono state considerate zone ad Alta Pericolosità Ambientale quelle in cui si sono verificati cedimenti negli argini costruiti dopo l'evento calamitoso del 1966; di Media Pericolosità Ambientale quelle in cui si sono verificati cedimenti prima della loro ultimazione e di Bassa Pericolosità Ambientale quelle contraddistinte da assenze di rotte arginali nel periodo indagato. In questo calcolo si è anche tenuto conto delle:
- percentuali degli argini realizzati con materiale reperito in posto e con materiale proveniente da idonee cave di prestito e delle altezze sommitali degli argini e, in particolare, la percentuale dei rilevati arginali che si trovano ad una presunta quota inferiore ai 3 m dal l.m.m.

La probabile dinamica dell'invasione marina (e di esondazione fluviale) e l'influenza delle infrastrutture territoriali

L'analisi della probabile dinamica di una invasione di acque marino-lagunare nell'area circumlagunare è stata condotta nelle aree poste a quote inferiori ai 2 m dal

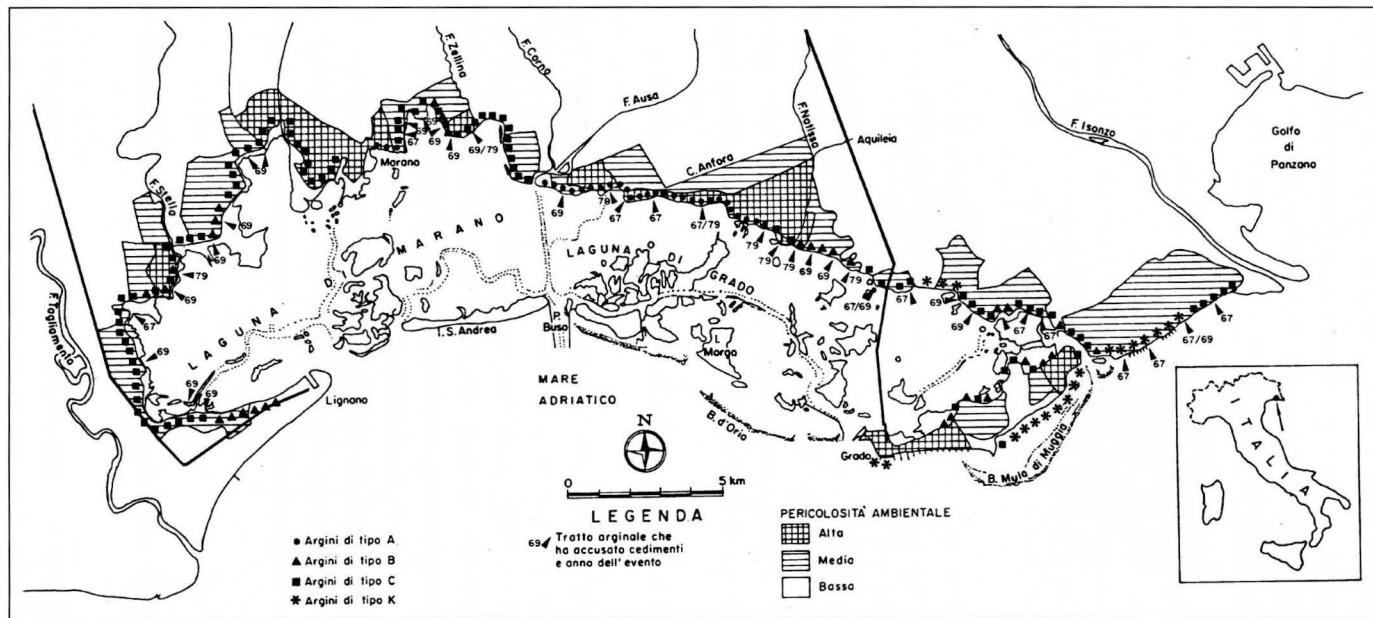



Fig. 7 - Area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia : localizzazione dei diversi tipi di opere e principali cedimenti arginali dopo l'alluvione del 1966. Planimetria delle aree ad elevata, media e bassa pericolosità ambientale riferita alla stabilità delle opere di difesa.
- *Lagoon hinterland in Friuli - Venezia Giulia: location of the different kinds of works and major embankment collapses after the 1966 flood. Planimetric map of the areas at high, medium and low environmental risk with respect to stability of the protective works*

l.m.m. (bacini a scolo meccanico) che, essendo a diretto contatto con gli argini fluviali e lagunari, sono maggiormente esposte non solo ai pericoli di invasione delle acque, ma anche ad un persistente ristagno delle stesse dopo l'evento calamitoso. In questi bacini sono stati individuati:
- gli impianti idrovori che scaricano l'acqua di bonifica in laguna;
- i principali manufatti ed i rilievi naturali che possono ostacolare il flusso delle acque in caso di alluvionamento. Per gli ostacoli artificiali si sono distinti quelli inferiori e superiori a 1m dal l.m.m. (fig. 8). Sono state inoltre evidenziate le bassure ubicate sotto il l.m.m.(aree ad elevata sofferenza idraulica) e le principali rotture degli argini fluviali verificatesi in questi ultimi anni.

Sulla base di questi elementi, ipotizzando un innalzamento eccezionale delle acque lagunari ed una serie di rotture arginali con conseguente allagamento dell'area circumlagunare, si è costruita una carta dei principali elementi idraulici e dei rilevati, secondo il modello proposto da ILICETO (1992) per la Regione Veneto.

In questa Carta si sono sottolineate le aree a deflusso ostacolato e quelle a maggior "sofferenza idraulica", cioè quei mini bacini che anche in condizioni normali manifestano difficoltà di drenaggio e che in caso di allagamento tendono a rimanere coperti d'acqua anche per lunghi periodi dopo la fase di invasione, come appurato dopo l'alluvione del 1966.

Ne risulta una interessante suddivisione del territorio in settori o celle, delimitati quasi sempre da argini fluviali, che non coinvolge solamente i bacini a scolo forzato, ma anche limitati settori dei bacini a scolo naturale.

Si è così messo in evidenza che il settore incentrato sul F. Stella, pur avendo limitate aree depresse, manifesta una forte esposizione a rischio a causa di una serie di rilevati artificiali che potrebbero, in caso di un non perfetto funzionamento della rete dei canali di scolo, causare pericolosi ristagni di acqua.

Per i bacini a scolo forzato le problematiche sono ovviamente più complesse in quanto l'unica possibilità di smaltimento delle acque di invasione viene data dal funzionamento delle idrovore che difficilmente possono farsi carico in tempi brevi anche dell'acqua di inondazione. Tali bacini quindi tendono ad esser sempre in condizioni critiche in occasione di intensi allagamenti (anche a causa dell'inevitabile caduta o interruzione dell'energia elettrica).

Tra le aree individuate nella Carta dei principali elementi idraulici e dei rilevati (fig. 8) si segnalano:
- la zona di Pertegada dove si riconosce ad Ovest della strada per Lignano una fascia di terreno in cui lo scolo delle acque di piena potrebbe esser impedito dal rilevato stradale. Una seconda zona che potrebbe presentare problemi di accentuato ristagno delle acque è quella compresa tra l'argine del F. Stella e la strada per Titiano;

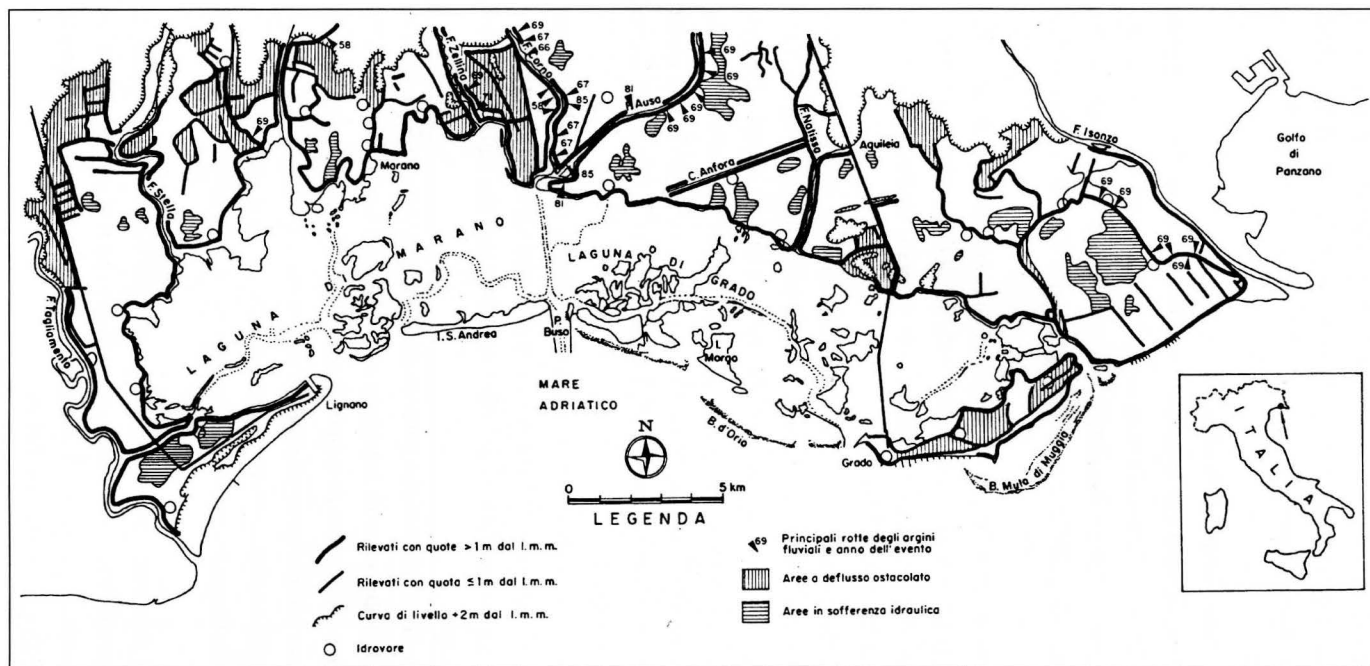



Fig. 8 - Area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia: localizzazione dei principali elementi idraulici e dei rilevati.
- *Lagoon hinterland in Friuli - Venezia Giulia: location of the major hydraulic elements and causeways.*

- l'area di Fraida, e segnatamente il suo settore centro-orientale, dove sono state individuate estese superfici che possono rimanere isolate poichè chiuse da ostacoli di 1 m di elevazione dal l.m.m.;
- l'area di Muzzana dove il territorio è diviso in due da un robusto rilevato arginale di direzione Est-Ovest;
- l'area di Planais, con una situazione analoga alla precedente a causa della strada che serve la zona industriale dell'Ausa-Corno. Sebbene siano ben 7 i canali principali che mettono in comunicazione i territori divisi dalla strada, l'occlusione di alcuni di essi potrebbe creare seri problemi di scolo delle acque specialmente nell'area più occidentale;
- nell'agro aquileiese possono verificarsi casi di permanenza delle acque in modesti bacini (Padovano e Belvat) in relazione all'ostacolo al deflusso delle determinato dalla statale 352 per Grado e da rilievi morfologici, arginali e stradali minori. Lo stesso vale per l'isola di Grado soprattutto a causa della strada provinciale per Monfalcone.

In sintesi, dalle informazioni emerse dalla Carta tematica si sono considerate zone ad Elevata Vulnerabilità Ambientale quelle in cui sono riconoscibili condizioni di alta esposizione a rischio di allagamento, cioè nelle aree chiuse da rilevati arginali, stradali o rilievi naturali che, in caso di invasione di acque, viene impedito il loro deflusso e che pertanto tendono a mantenere le condizioni di allagamento.

Si sono invece definite zone a Media Vulnerabilità Ambientale quelle caratterizzate da una certa garanzia di drenaggio sia per condizioni morfologiche naturali sia da opere di canalizzazione e soprattutto dall'azione di emungimento degli impianti idrovori nonostante limitati rilevati che si oppongono al deflusso delle acque.

Le aree dove si sono riscontrate le condizioni di massima efficienza dello scolo delle acque sono state classificate a Bassa Vulnerabilità Ambientale.

Utilizzo del suolo

Una valutazione del rischio ambientale in una territorio litorale non può prescindere dal calcolo dei possibili danni che un evento calamitoso può arrecare. Questa valutazione è quanto mai opportuna se si considera il consistente valore economico di una area costiera interessata da turismo estivo (che comporta circa una decina di milioni di presenze - anno) e da insediamenti industriali, a cui si aggiunge una valore naturalistico - scientifico delle aree ad ambito di tutela ambientale e di quello storico - culturale per le aree archeologiche.

Al fine di tener conto del valore esposto al rischio nelle aree circumlagunari si è costruita una Carta semplificata dell'utilizzo del suolo (fig. 9), sintetizzando una serie di lavori specifici resi pubblici dalla Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, e precisamente:
- il Piano Urbanistico Regionale (1978);

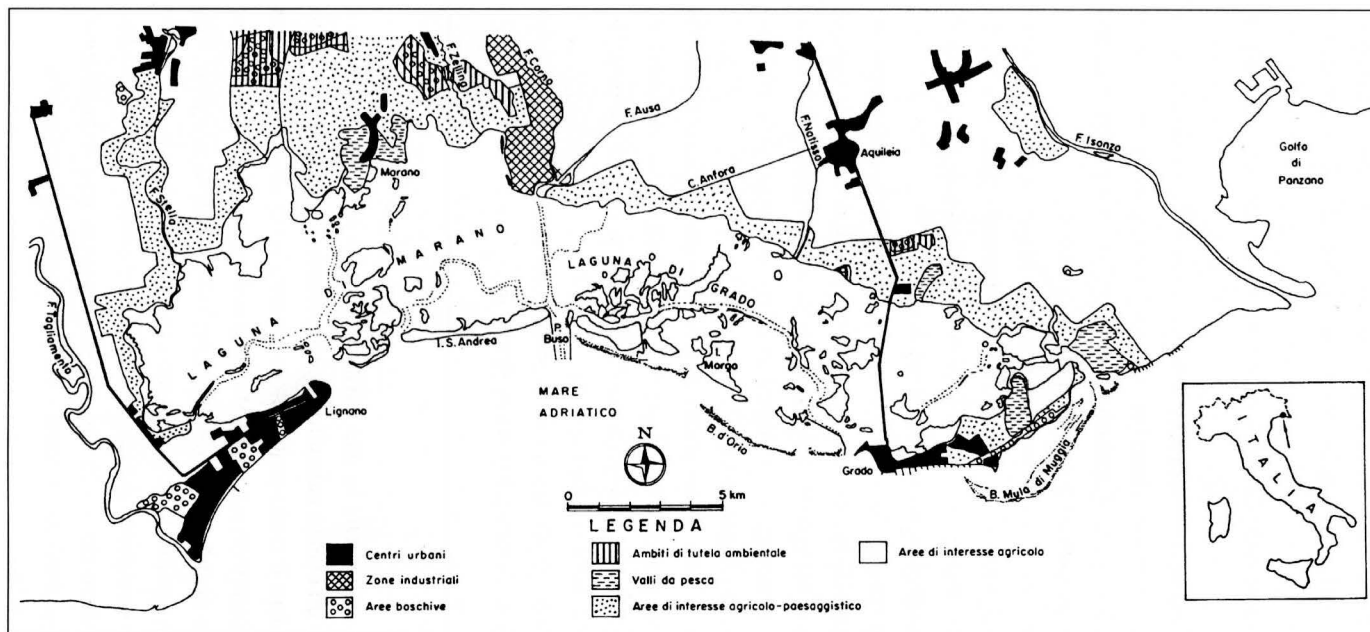



Fig. 9 - Area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia : uso del suolo.
- *Lagoon hinterland in Friuli - Venezia Giulia: use of the land*

- la Carta dell'uso del suolo (1984);
- la Guida agli Ambiti di Tutela Ambientale del Friuli - Venezia Giulia (1984).

In base alla documentazione sopra elencata si è optato per una grande semplificazione delle classi di utilizzo del territorio che permettesse almeno una valutazione di massima dei danni possibili. Sono state così messe in evidenza le seguenti classi di valori di esposizione al rischio in relazione all'uso del suolo:

- aree di insediamento urbano;
- aree di sviluppo industriale;
- aree ad intenso sfuttamento turistico estivo;
- zone di interesse paesaggistico;
- zone boschive e le valli da pesca.

In mancanza di un criterio codificato di valutazione delle classi di Valore Territoriale sono stati adottati i seguenti principi informatori. Si sono considerate zone ad Alto Valore Territoriale tutti i centri abitati, le zone ad elevata valenza industriale e quelle a tutela ambientale. Le aree ad interesse agricolo-paesaggistico sono state fatte ricadere nelle zone a Medio Valore Territoriale, mentre a Basso Valore sono state considerate tutte le rimanenti aree (prevalente interesse agricolo e le valli da pesca).

Zonazione del Rischio Litorale

Tutte le informazioni acquisite sul territorio circumlagunare sono state valutate al fine di pervenire ad una zonazione del "Rischio Litorale" (R.L.) inteso come il prodotto della "Pericolosità Ambientale", della "Vulnerabilità Ambientale" per il "Valore Territoriale".

La grande quantità di informazioni a disposizione ha comportato non pochi problemi di gestione dei dati a causa della loro natura eterogenea (quota, situazione agraria, opere di difesa, deflussi, ecc.) che ha comportato una valutazione necessariamente soggettiva del loro peso nella determinazione del Rischio Litorale. E questo anche per la mancanza di una specifica normativa a cui fare riferimento.

Si è ritenuto opportuno iniziare con una omogeneizzazione delle informazioni sulla pericolosità, vulnerabilità e valore del territorio esprimendole in dati numerici passibili di elaborazione matematica e restituire i risultati di questa analisi in un elaborato cartografico di sintesi in scala 1:25.000. L'obiettivo era quello di giungere ad un elaborato cartografico di facile lettura per gli operatori che si occupano di pianificazione territoriale. Va tenuto ben presente comunque che una rappresentazione cartografica così fatta fotografa le situazioni in essere e non la dinamica evolutiva del territorio (dinamica geomorfologica, mobilità insediativa, evoluzione socio-economica, ecc.), che potrà esser visualizzata in futuro attraverso un aggiornamento.

Come detto, in mancanza di precisi e collaudati riferimenti metodologici si è affrontato il problema cercando di dare un quadro sintetico di valutazione di tutti gli elementi di rischio che incombono sul territorio circumlagunare, entrando nel merito del peso che ogni parametro assume. In altri termini, alla semplice segnalazione di una sovrapposizione delle diverse cause di rischio in un definito areale si è preferito valutare complessivamente i parametri di rischio riscontrati dando ad ognuno di essi un valore numerico. Ovviamente questo procedimento nella determinazione delle classi di rischio è soggettivo: per cercare di incanalare questa valutazione sui binari dell'oggettività si è affrontato il problema da più punti di vista.

Con un primo metodo (che non ha dato i risultati cartografici attesi e pertanto viene riportato solo sinteticamente), si sono valutati analiticamente tutti i parametri che qualificano il territorio circumlagunare (situazione planoaltimetrica del territorio, altezza, stabilità e modalità di costruzione degli argini, bacini in sofferenza idraulica e aree a deflusso ostacolato, uso del suolo). Si è constatato che l'alto numero di variabili prese in considerazione rendeva particolarmente complesso il calcolo del R.L. nel territorio perilagunare nel suo insieme. Si è pertanto suddiviso lo stesso in porzioni omogenee di territorio (definite "unità di analisi" e fatte coincidere per semplicità con i bacini a scolo meccanico) sulle quali siano riconoscibili tutte le condizioni di rischio esaminate.

Con un secondo metodo (riportato integralmente), si è cercato di mantenere inalterata la struttura del territorio in modo da permettere una buona risoluzione in termini cartografici, riducendo però il numero dei parametri di rischio dopo aver effettuato una loro valutazione complessiva. Si è trattato, in sintesi, di selezionare i più importanti elementi di rischio, di esprimerli con un identico punteggio e di visualizzare la sovrapposizione di questi in termini di media. Così, si sono prese in considerazione quattro tipi di pericolosità, vulnerabilità e valore del territorio:

	Punteggio
- Vulnerabilità Ambientale riferita al micro-rilievo	
Alta per le aree poste al di sotto del l.m.m.	6
Media per le aree poste tra 0 e 2 m dal l.m.m.	4
Bassa per le aree poste al di sopra di 2 m dal l.m.m.	2
- Pericolosità Ambientale riferita alle opere di difesa	
Alta se si sono verificati cedimenti negli argini di ultima costruzione	6
Media se si sono verificati cedimenti, ma non negliargini di ultima costruzione	4
Bassa se non si sono verificati cedimenti	2
- Vulnerabilità Ambientale riferita alla situazione idraulica	
Alta per le zone ad alta sofferenza idraulica	6
Media per le zone a media sofferenza idraulica	4
Bassa per le zone a bassa sofferenza irdaulica	2

- Valore Territoriale riferita all'uso del suolo

Alto per i centri abitati, le zone industriali, le aree boschive e quelle a tutela ambientale	6
Medio per le aree di interesse agricolo - paesaggistico	4
Basso per le rimanenti zone a prevalente interesse agricolo e per le valli da pesca	2

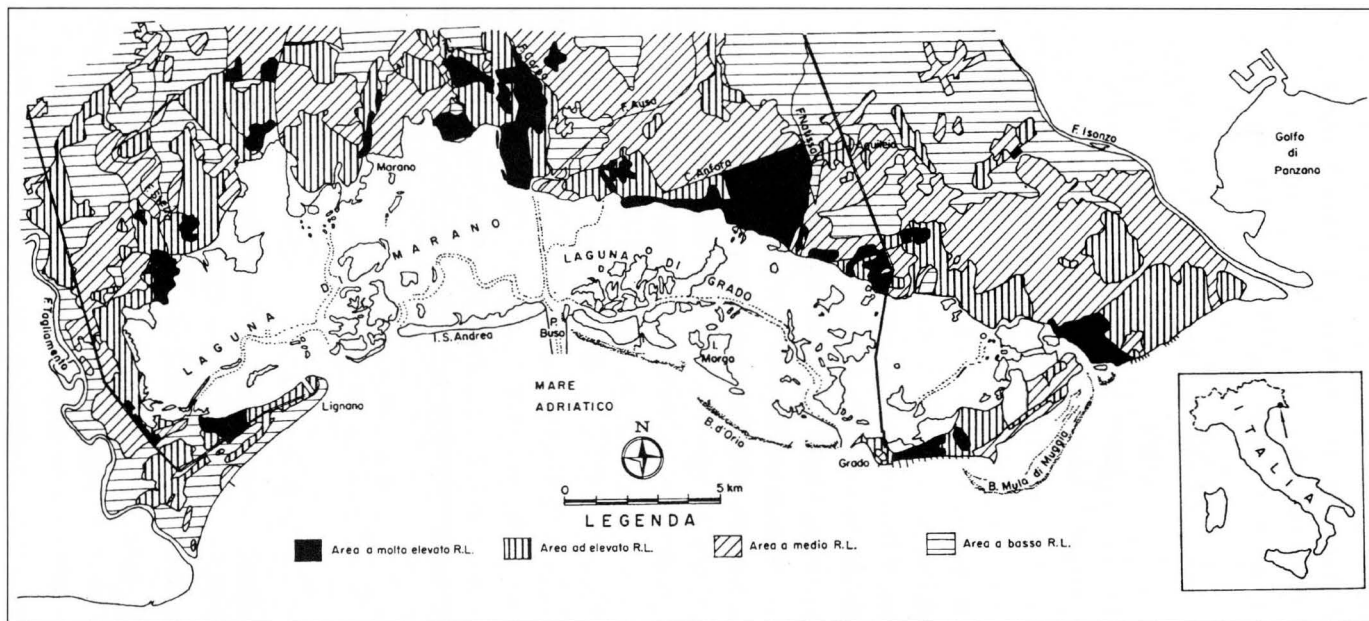
Con questo metodo è stata compilata una Carta del Rischio Litorale suddividendo il territorio circumlagunare in aree aventi lo stesso valore di indice di R.L. Tale indice è stato ricavato calcolando la media dei punteggi assegnati (6 per le zone ad alta Pericolosità, Vulnerabilità e Valore, 4 per le zone a media Pericolosità, Vulnerabilità e Valore, e 2 per le zone a bassa Pericolosità, Vulnerabilità e Valore ambientale). L'indice di R.L. è stato valutato basso se minore di 3,0, medio per valori compresi tra 3,0 e 4,0, elevato per valori compresi tra 4,0 e 4,50 ed infine molto elevato per valori superiori a 4,50. A commento della Carta (fig. 10) si registra chiaramente una diminuzione del R.L. procedendo da Sud a Nord, risalendo quindi la naturale inclinazione della piana alluvionale. Analoga diminuzione del R.L. si osserva procedendo dal centro del territorio indagato verso gli estremi occidentali ed orientali dove si posizionano rispettivamente i dossi fluviali del Tagliamento e dell'Isonzo.

Mantenendosi a ridosso della conterminazione lagunare dove più alto è il R.L. si osserva che la maggior diffusione areale di queste zone compete al territorio ubicato alle spalle della laguna di Grado. In particolare, secondo questa ricostruzione, sono a rischio le zone comprendenti i bacini a scolo meccanico di Muzzana, Pudiesa, Colomba, Planais, Salmastro, Ospitale e Panigai. Si ritiene interessante segnalare che gran parte dell'area industriale dell'Ausa-Corno rientra nelle aree considerate a molto elevato e elevato valore di R.L. (Bondesan et al., 1995), come anche i centri storici di Grado e Marano e parte dell'abitato di Lignano. Si ricorda, infine, che Girotti & Bruschi (1990) ritengono "consigliate" (per una pianificazione territoriale che tenga conto dei rischi geologici) le zone industriali e i centri abitati quando queste sono soggette ad eventi calamitosi aventi tempi di ritorno di 200-1000 e $\geq$1000 anni, rispettivamente.

Discussione e conclusioni

Il territorio perilagunare del Friuli - Venezia Giulia, insieme ad altre zone costiere italiane (Delta del Po - Bondesan, 1989; Pianura di Pisa - Federici & Mazzanti, 1989; Veneto Pirazzoli, 1991, Iliceto, 1992 e Sestini, 1992) si trova in una situazione molto delicata, essendo predisposta naturalmente ai rischi di invasione delle acque marine e lagunari.

Stante questa situazione, per un futuro piuttosto prossimo sono da prevedere spese consistenti per l'adeguamento delle difese passive del territorio perilagunare al nuovo concetto di Rischio Litorale che prende sempre più piede in funzione dell'instabilità fisica dello

Fig. 10 - Area circumlagunare del Friuli - Venezia Giulia : zonazione del Rischio Litorale.
- *Lagoon hinterland in Friuli - Venezia Giulia: Coastal Risk zoning.*

spazio costiero determinata da un parte dall'innalzamento del livello del mare e dall'altra, dalla subsidenza naturale e/o indotta e dalla mancanza (o insufficienza) di una sedimentazione che possa compensare questi movimenti. A questo proposito il presente studio si presenta come una indagine preliminare utile per un mirato ed efficace intervento sul territorio. Da esso emergono una serie di dati che non possono esser ignorati.

- Il tempo di ritorno delle Acque Alte eccezionali oscilla, a seconda del metodo di calcolo adottato, tra 70 e 112,6 anni; quello delle mareggiate più violente è di 30 - 40 anni, mentre la ricorrenza statistica delle piene eccezionali del F. Tagliamento è di circa 100 anni.
- Nella situazione attuale di graduale innalzamento del livello del mare (ca 1,4 mm anno) i tempi di ritorno degli eventi eccezionali (Acque Alte e mareggiate) diminuiscono notevolmente come diminuisce di conseguenza il margine di sicurezza rappresentato dalla quota sommitale delle difese arginali.
- Circa il 34 % dell'area circumlagunare si trova in condizioni di depressione assoluta legata essenzialmente alla subsidenza indotta dalle recenti bonifiche (abbassamenti del suolo variabili da 0,3 a 1,5 m).

Foto 1 - Acqua Alta nell'area portuale di Grado.
- *High Water in the port of Grado.*

- A quasi 30 anni dal disastroso evento del 1966, gli interventi eseguiti a difesa del territorio circumlagunare possono esser ritenuti solo in parte sufficienti. Gli argini, sia quelli di conterminazione lagunare sia quelli fluviali, non sembrano assicurare una stabilità sufficiente in situazioni critiche; la quota sommitale dei primi, che all'origine doveva esser posta a 3 m sul l.m.m., al giorno d'oggi risulta almeno in alcuni tratti diminuita sia a causa della subsidenza indotta dall'azione di bonifica, sia a causa del naturale costipamento del materiale pelitico che costituisce il rilevato arginale. Si ricorda che il solo cedimento dei manufatti può assumere valori attorno ai 6 mm/anno (dai dati della Regione Friuli - Venezia Giulia, 1990). Per quanto attiene poi alla stabilità di queste opere con riferimento ai problemi di sifonamento, che sembrano esser molto comuni lungo il margine lagunare in condizioni di Acque Alte, non ci risulta siano state eseguite opere di impermeabilizzazione sotto i rilevati.
- Le opere di difesa costiera hanno dimostrato più volte di essere insufficienti per contenere mareggiate con un livello del mare superiore a 190 cm (tempi di ritorno calcolati di 30 - 40 anni).
- Per le opere di difesa fluviale valgono le stesse considerazioni anche se suscitano preoccuppazione diverse a seconda delle possibili portate di piena. Mentre sembrano non aver grossi problemi il fiume Isonzo ed alcuni fiumi di risorgiva, la situazione del fiume Tagliamento è grave. Secondo Foramitti (1990a) "i lavori effettuati dopo l'alluvione del 1966 si sono rilevati dei semplici palliativi e la loro insufficienza per contenere le piene con tempi di ritorno di un secolo sembra ormai accertata". Lo stesso autore ricorda che "...nei paesi civili (..) i progetti di sistemazione dei corsi d'acqua prendono in considerazione portate massime di piena con tempi di ritorno dell'ordine di 500 anni.".
- Il calcolo del Rischio Litorale ha evidenziato che in caso di inondazioni consistenti porzioni di territorio circumlagunare rischiano di esser invase dalle acque lagunari e fluviali e di rimanere allagate per lungo tempo a causa della presenza di rilevati stradali, arginali e ferroviari. Tra queste zone si collocano le aree per lo più a sviluppo agricolo poste a ridosso del margine di conterminazione lagunare, ma anche alcune aree di particolare interesse industriale di recente istituzione (zona industriale dell'Ausa - Corno; Bondesan et al., 1995) ed i principali centri abitati lagunari di Grado e Marano. Sono queste le zone che più di altre necessitano di interventi prioritari e soprattutto di una pianificazione compatibile con questo particolare rischio geologico.

Manoscritto pervenuto l'11.I.1995.

Ringraziamenti

A conclusione di questo lavoro si sente il dovere di ringraziare il Consorzio per la Bonifica e lo Sviluppo Agricolo della Bassa Friulana nelle persone dell'ing. Crucil e del geom. Pellizzari per aver messo a disposizione la documentazione del Consorzio e soprattutto per la preziosa assistenza e collaborazione dimostrataci. Analogo ringraziamento va alla Ripartizione Tecnica del Comune di Grado e in particolare all'ing. Guzzon e al geom. Monferà per le preziose informazioni sulle arginature delle valli da pesca e della conterminazione del territorio gradese. Un particolare ringraziamento infine al prof. S. Stefanini per la lettura critica del manoscritto.

Last but not least un ringraziamento al prof. F. Vaia, responsabile del progetto M.U.R.S.T. 60%, per aver incoraggiato questo studio e rivisto criticamente il manoscritto.

SUMMARY - The present work summarizes the results of the evaluation of coastal risk in the alluvial plain surrounding the Marano and Grado Lagoon in the Italian region of Friuli - Venezia Giulia. The study area displays an environmental situation particularly common along the coastal strip of the upper Adriatic Sea, with alluvial or lagoon - swamp land recently reclaimed and crossed by sping waterways flowing in embanked beds. Land height ranges fom + 2 to - 2 m above mean sea level. Water drainage is made possible by a great number of constantly efficient drainage pump systems.

After describing and quantifying the altimetric, morphological and pedological characteristics of the area, the following parameters will be taken into consideration with a view to an adequate approach to the issue:
-return time of sea storms and High Waters in the last few years;
-effects of recent marine floods and riverine overflows as well as development, height and stability of the lagoon embankment-ring;
-possible stagnation of flood waters;
-use of the land.

The analysis is closed by an example of attemped zoning of Coastal Risk carried out through direct assessment of hazard, vulnerability and economic value of the study area. It appears that wide stretches of the plain surrounding the Marano and Grado Lagoon - almost invariably placed unter conditions of absolute depression - show high Risk Indexes. Most of the Ausa - Corno area assigned for industrial development and the main lagoonal and coastal towns are also included. Furthermore, some roads might stop or hinder the run-off of flood waters thereby creating possible areas of prolonged stagnation. Finally the study has demonstrated that sufficient hinterland protection is provided by the defence works partially or totally reconstructed after the recent floods, although episodes of instability occurred in various points under critical conditions. In case of any further rise in sea level, the ways of construction and the height (at present + 3 m above mean sea level) of such works will have to be revised and adjusted to conditions of greater safety.

- A quasi 30 anni dal disastroso evento del 1966, gli interventi eseguiti a difesa del territorio circumlagunare possono esser ritenuti solo in parte sufficienti. Gli argini, sia quelli di conterminazione lagunare sia quelli fluviali, non sembrano assicurare una stabilità sufficiente in situazioni critiche; la quota sommitale dei primi, che all'origine doveva esser posta a 3 m sul l.m.m., al giorno d'oggi risulta almeno in alcuni tratti diminuita sia a causa della subsidenza indotta dall'azione di bonifica, sia a causa del naturale costipamento del materiale pelitico che costituisce il rilevato arginale. Si ricorda che il solo cedimento dei manufatti può assumere valori attorno ai 6 mm/anno (dai dati della REGIONE FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1990). Per quanto attiene poi alla stabilità di queste opere con riferimento ai problemi di sifonamento, che sembrano esser molto comuni lungo il margine lagunare in condizioni di Acque Alte, non ci risulta siano state eseguite opere di impermeabilizzazione sotto i rilevati.

- Le opere di difesa costiera hanno dimostrato più volte di essere insufficienti per contenere mareggiate con un livello del mare superiore a 190 cm (tempi di ritorno calcolati di 30 - 40 anni).

- Per le opere di difesa fluviale valgono le stesse considerazioni anche se suscitano preoccuppazione diverse a seconda delle possibili portate di piena. Mentre sembrano non aver grossi problemi il fiume Isonzo ed alcuni fiumi di risorgiva, la situazione del fiume Tagliamento è grave. Secondo FORAMITTI (1990a) "i lavori effettuati dopo l'alluvione del 1966 si sono rilevati dei semplici palliativi e la loro insufficienza per contenere le piene con tempi di ritorno di un secolo sembra ormai accertata". Lo stesso autore ricorda che "...nei paesi civili (..) i progetti di sistemazione dei corsi d'acqua prendono in considerazione portate massime di piena con tempi di ritorno dell'ordine di 500 anni.".

- Il calcolo del Rischio Litorale ha evidenziato che in caso di inondazioni consistenti porzioni di territorio circumlagunare rischiano di esser invase dalle acque lagunari e fluviali e di rimanere allagate per lungo tempo a causa della presenza di rilevati stradali, arginali e ferroviari. Tra queste zone si collocano le aree per lo più a sviluppo agricolo poste a ridosso del margine di conterminazione lagunare, ma anche alcune aree di particolare interesse industriale di recente istituzione (zona industriale dell'Ausa - Corno; BONDESAN et al., 1995) ed i principali centri abitati lagunari di Grado e Marano. Sono queste le zone che più di altre necessitano di interventi prioritari e soprattutto di una pianificazione compatibile con questo particolare rischio geologico.

Manoscritto pervenuto l'11.I.1995.

Ringraziamenti

A conclusione di questo lavoro si sente il dovere di ringraziare il Consorzio per la Bonifica e lo Sviluppo Agricolo della Bassa Friulana nelle persone dell'ing. Crucil e del geom. Pellizzari per aver messo a disposizione la documentazione del Consorzio e soprattutto per la preziosa assistenza e collaborazione dimostrataci. Analogo ringraziamento va alla Ripartizione Tecnica del Comune di Grado e in particolare all'ing. Guzzon e al geom. Monferà per le preziose informazioni sulle arginature delle valli da pesca e della conterminazione del territorio gradese. Un particolare ringraziamento infine al prof. S. Stefanini per la lettura critica del manoscritto.

Last but not least un ringraziamento al prof. F. Vaia, responsabile del progetto M.U.R.S.T. 60%, per aver incoraggiato questo studio e rivisto criticamente il manoscritto.

SUMMARY - The present work summarizes the results of the evaluation of coastal risk in the alluvial plain surrounding the Marano and Grado Lagoon in the Italian region of Friuli - Venezia Giulia. The study area displays an environmental situation particularly common along the coastal strip of the upper Adriatic Sea, with alluvial or lagoon - swamp land recently reclaimed and crossed by sping waterways flowing in embanked beds. Land height ranges fom + 2 to - 2 m above mean sea level. Water drainage is made possible by a great number of constantly efficient drainage pump systems.

After describing and quantifying the altimetric, morphological and pedological characteristics of the area, the following parameters will be taken into consideration with a view to an adequate approach to the issue:
-return time of sea storms and High Waters in the last few years;
-effects of recent marine floods and riverine overflows as well as development, height and stability of the lagoon embankment-ring;
-possible stagnation of flood waters;
-use of the land.

The analysis is closed by an example of attemped zoning of Coastal Risk carried out through direct assessment of hazard, vulnerability and economic value of the study area. It appears that wide stretches of the plain surrounding the Marano and Grado Lagoon - almost invariably placed unter conditions of absolute depression - show high Risk Indexes. Most of the Ausa - Corno area assigned for industrial development and the main lagoonal and coastal towns are also included. Furthermore, some roads might stop or hinder the run-off of flood waters thereby creating possible areas of prolonged stagnation. Finally the study has demonstrated that sufficient hinterland protection is provided by the defence works partially or totally reconstructed after the recent floods, although episodes of instability occurred in various points under critical conditions. In case of any further rise in sea level, the ways of construction and the height (at present + 3 m above mean sea level) of such works will have to be revised and adjusted to conditions of greater safety.

Bibliografia

Beets D. J., Van Der Valk L. & Stive M. J. F., 1992 - Holocene evolution of the coast of Holland. *Marine Geology*, 103: 423-443.

Bertacchi L., 1979 - Presenze archeologiche romane nell'area meridionale del territorio di Aquileia. In: Il territorio di Aquileia nell'Antichità, *Ant. Alt .Adr.*, I: 259-289.

Bondesan M., 1989 - Geomorphological hazard in the Po Delta and adjacent areas. *Supp. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, II: 25-33.

Bondesan M., Castiglioni G. B., Elmi C., Gabbianelli G., Marocco R., Pirazzoli P. A. & Tomasin A., 1995 - Coastal Areas at Risk from Storm Surges and Sea-Level Rise in Northeast Italy. *Journal of Coastal Research,* 11(4): 1354-1379.

Brambati A., 1974 - Regime sedimentologico delle spiagge del Banco d'Orio. *Pubbl. Mus, Friul. di St. Nat.,* 24, 90 pp.

Cassola Guida P., 1979 - Insediamenti preromani nel territorio di Aquileia. In: Il territorio di Aquileia nell'Antichità, *Ant. Alt. Adr.* I: 57-82.

Consorzio per la Bonifica e lo Sviluppo Agricolo della Bassa Friulana, 1955/1990 - Progetti di sistemazione idraulica e di ripristino delle arginature a laguna e a fiume. Rapporti interni.

Enel, 1990- Il mare compresso. *Itinerari di ricerca*: 36-38.

Federici P. R., Mazzanti R., 1989 - The Pisa plain (Italy) and its hydrological hazards. *Supp. Geogr. Fis. Din. Quater.*, II: 41-49.

Ferraro S., 1973 - Le perturbazioni meteorologiche e le acque alte a Trieste. *Atti Acc. Ligure Sc. Lett.*, XXXI:123-137.

Foramitti R., 1990a - Il Tagliamento: studi è progetti. In: Le alluvioni del Tagliamento a Latisana. *La Bassa,* 138-186.

Foramitti R., 1990b - La bonifica idraulica ed irrigua. In :La Bassa Friulana tre secoli di bonifica. *Consorzio di Bonifica Bassa Friulana*, 225-267.

Gisotti G. & Bruschi S., 1990 - Valutare l'ambiente. *NIS*, 467 pp.

Gornitz V., 1991 - Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, 89: 379-398.

Gumbel E. J., 1958 - Statistics of extremes. *Columbia University Press,* New York, 375 pp.

Iliceto V., 1992 -Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella Provincia di Venezia. *Amm. Prov. di Venezia, Assessorato all'Ecologia*, 48 pp.

Lenardon G. & Marocco R., 1994 - Le dune di Belvedere - San Marco: una antica linea di riva?: Considerazioni sedimentologiche. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 16: 5-24.

Meier M. F., 1989 - Reduced rise in sea level. *Nature*, 343 :115-116.

Marocco R., 1972 - Variazioni morfologiche e sedimentologiche del Banco d'Orio "B" e del Banco dei Tratauri (Laguna di Grado). Osservazioni dal 20 settembre 1970 al ottobre 1971. Tesi di laurea in Scienze Geologiche - Università di Trieste (relatori G. A. Venzo e A. Brambati).

Marocco R., 1991 - Le dune di Belvedere - San Marco: una antica linea di riva? 1) Considerazioni geomorfologiche. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat,*, 13: 57-76.

Marocco R. & Pugliese N., 1982 - Sedimenti e livelli antropici di Ca' Baredi (Canale Anfora-Aquileia). *Boll. Soc. Adr. Sc.*, LXVI : 61-71.

Mazzarella A. & Palumbo A., 1991 - Effect of sea level time variations on the occurence of extreme storm-surges. an applications on the northern Adriatic Sea. *Boll. Ocean. Teor, Appl.*, 1: 33-38.

Mosetti F., 1989 - Sea level variations and related hypoteses. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, VII: 273-284.

Mosetti F., Crisciani F. & Ferraro S., 1989 - On the relation between sea level and air temperature. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, VII: 263-272.

Panizza M., 1987 - La cartografia tematica delle Scienze della Terra nella pianificazione territoriale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 37: 503-509.

PESSINA M., 1993 - Verifiche di stabilità su varie geometrie di un argine costiero. Tesina in Geologia Applicata dell'Università di Trieste (Relatore prof. R. Onofri): 6 pp.

PIRAZZOLI P. P., 1989 - Present and near-future global sea-level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)*, 79: 241-258.

PIRAZZOLI P. P., 1991 - Possible defenses against a sea - level rise in the Venice area, Italy. *Jour. Coast. Res.*, 1: 231-248.

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1978 - Piano Urbanistico Regionale. *Direz. Reg. Pian. Bil., Servizio Pianificazione Territoriale.*

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1984 - Carta dell'uso del suolo della pianura friulana e del connesso anfiteatro morenico del Tagliamento *Direz. Reg. Pian. Bil., Servizio Pianificazione Territoriale.*

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1984 - Guida agli ambiti di tutela ambientale. *Riva Spa*, 204 pp.

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA, 1990 - Studio sulla situazione altimetrica della zona compresa tra Latisana, Cervignano, Ronchi, Punta Sdobba, Grado, Porto Buso, Punta Tagliamento con la costruzione di nuovi capisaldi. *Direz. Reg. LL. PP., Direz. Reg. Amb.*, 114 pp.

SESTINI G., 1992 - Implications of climatic change for the Po Delta and Venice Lagoon. In: L. JEFTIC, J. D. MILLIMAN & G. SESTINI (editors) - Climatic Change and the Mediterranean: 428-494.

STEFANINI S., GHERDOL S. & STEFANELLI A., 1979 - Studio per la definizione dei pericoli naturali nella Regione Friuli - Venezia Giulia (alluvioni, mareggiate, frane e valanghe). *Reg. Aut. F.V.G., Ass. Agr.For., Econ. Mont., Direz. Reg. Foreste*, 32 pp.

STRAVISI F., 1975 - Analysys of a storm surge in the Adriatic sea by means of a two-dimensional linear model. *Acc. Naz. Lincei*, LIV, 2: 243-260.

STRAVISI F., 1993 - Rischio di intrusione marina sull'arco costiero regionale a seguito di acque alte eccezionali e loro concomitanza con le piene fluviali. Rapporto interno *Ist. Geodesia e Geofisica Ts.*, 14 pp.

STRAVISI F. & FERRARO S., 1896 - Monthly and annual mean sea levels in Trieste,1890 - 1984. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 4: 97-104.

WARRICK R. A., 1989 - Future climatic change and sea level. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 4: 257-259.

ZACCARIA C., TONEATTO L., PRENC L., BOSCHIAN G., MAGGI P., CIVIDINI T. & EGIDI P., 1989 - Per una carta archeologica del Friuli in epoca romana. In : Tipologia di insediamento e distribuzione antropica nell'area veneto-istriana dalla Preistoria al Medioevo: 179-212.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:
- Prof. Ruggero MAROCCO
  Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine
  dell'Università degli Studi
  Via E. Weiss 2, I-34127 TRIESTE
- Dott. Maurizio PESSINA
  Via G. da Udine 32, I
  33058 SAN GIORGIO DI NOGARO UD

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17 (1995)	37-55	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. Alessio, L. Allegri, A. Ferrari, S. Improta, A. Pessina

NUOVI DATI DI CRONOLOGIA SULLE PRIME COMUNITÀ NEOLITICHE DELL'ITALIA NORD-ORIENTALE

NEW CHRONOLOGICAL DATA ABOUT NEOLITHIC COMMUNITIES OF NORTH-EASTERN ITALY

Riassunto breve - Vengono presentate nuove misure radiometriche effettuate su campioni di carbone vegetale provenienti dai siti del Primo Neolitico di Fagnigola (Azzano X, Pordenone) e di Sammardenchia (Pozzuolo del Friuli, Udine). Esse arricchiscono notevolmente il quadro cronologico della prima neolitizzazione dell'area friulana e permettono di anticipare gli inizi del Neolitico in questa zona alla metà del VII millennio BP.
Parole chiave: Datazioni ^{14}C, Primo Neolitico, Cronologia.

Abstract - *New radiocarbon dates carried out on charcoal samples from the Early Neolithic sites of Fagnigola (Azzano X, Pordenone) and Sammardenchia (Pozzuolo del F., Udine) are here presented. They notably enrich the chronological data of the first neolithisation of this area of Friuli and allow to anticipate the beginning of the Neolithic in this zone to the half of the 7th millennium BP.*
Key words: *^{14}C Dating, First Neolithic, Chronology.*

Introduzione [1]

Nel corso degli ultimi anni le ricerche sull'origine delle prime comunità di agricoltori-allevatori della regione padano-alpina si sono concentrate sull'area friulana, con la raccolta di nuovi e consistenti dati sulle strutture (Bagolini et al., 1993), la cultura materiale (Ferrari & Pessina, 1992), l'approvvigionamento delle materie prime (D'Amico et al., 1992; Randle et al., 1993) e gli aspetti paletnobotanici ed economici (Carugati, 1993; Castelletti & Carugati, 1994) delle popolazioni del Primo Neolitico. Nell'ambito di questo ampio pro-

(1) Nel presente lavoro A. Ferrari (A.F.) e A. Pessina (A.P.) hanno curato la presentazione dei siti e delle strutture, nonchè le considerazioni di carattere strettamente archeologico (prg. 1 e 3). A M. Alessio (M.A.), L. Allegri (L.A.) e S. Improta (S.I.) si devono i capitoli inerenti il metodo, l'esecuzione delle analisi radiometriche e la determinazione dell'età assoluta (prg. 2).

gramma di ricerca[2], particolare attenzione è stata rivolta alla raccolta di campioni per analisi radiometriche, permettendo di ottenere nuove datazioni radiocarboniche - oggetto del presente lavoro - dai siti del Primo Neolitico di Fagnigola (Azzano X, Pordenone) (5 date) e di Sammardenchia (Pozzuolo del Friuli, Udine) (4 date).

1. Presentazione dei siti e delle strutture [3] (A.F., A.P.)

a) FAGNIGOLA (Azzano X, PN)

Ubicato ai margini settentrionali della Bassa Pianura friulana (45° 51' 43" Lat. N; 0° 17' 38" Long. E), in una zona di risorgive, è stato oggetto di 4 campagne di ricerca (1974: Biagi, 1975; 1979: Bagolini et al. 1994; 1991: Bagolini et al. 1993; 1992: inedito). Ha rappresentato per lungo tempo l'unico aspetto noto per il Primo Neolitico dell'area friulana. Risultano complessivamente esplorate 32 strutture, generalmente a forma circolare con diametro compreso tra 100 e 170 cm, fondo piatto o convesso, riempite da scarichi di frammenti ceramici e manufatti litici o lenti di carboni.

Sono attestate attività agricole e di raccolta (*Corylus avellana*) (Bagolini et al., 1993; Carugati, 1993).

I materiali ceramici, non abbondantissimi, presentano decorazioni formate da linee sottilmente incise singole o formanti fasci irregolari, figure geometriche o reticoli disordinati. Le forme fittili si presentano alquanto varie per tipologia e dimensioni (Bagolini et al. 1993; Ferrari & Pessina, 1993).

L'industria litica - realizzata con selce proveniente dal Veneto orientale - annovera nuclei lamellari, grattatoi, troncature, punteruoli, romboidi e microbulini. Sono inoltre presenti alcuni Bulini di Ripabianca e qualche raro manufatto in pietra verde levigata.

Da campioni di carbone raccolti nel corso delle ricerche 1974 sono state ottenute le seguenti date (Biagi, 1985: 19):

struttura 1 R-1544a 6050±90 BP
struttura 4 R-1545a 5760±160 BP.

(2) Nell'ambito del progetto sull'origine delle prime comunità agricole dell'Italia nordorientale sono state condotte - sotto la direzione di B. Bagolini dell'Università di Trento - indagini stratigrafiche nei siti di Fagnigola (PN), Sammardenchia (UD) e Piancada (UD), oltre a ricognizioni di superficie nell'area della Bassa Pianura friulana in collaborazione con la Sopr. BAAAAS del Friuli V. G. Al progetto collaborano il Laboratorio di Archeobiologia dei Civici Musei di Como (dott. L. Castelletti) per gli aspetti paletnobotanici, il Laboratorio Radiodatazioni dell'Università La Sapienza di Roma (prof. S. Improta) per le datazioni 14C, il Dip.to di Scienze Mineralogiche dell'Università di Bologna (prof. C. D'Amico) per le analisi petrografiche, il Dip.to di Scienze della Terra dell'Università della Calabria (prof. G. Crisci) per la determinazione dell'ossidiana, il Dip.to di Scienze della Terra dell'Università di Milano (prof. M. Cremaschi e dott.sa C. Ottomano) per gli aspetti geoarcheologici.

(3) In questo paragrafo i dati sui siti, sulle strutture e sulla documentazione archeologica vengono solo brevemente enunciati, rimandando per maggiori informazioni alla bibliografia specifica. Per quanto riguarda le date radiometriche, una presentazione più completa è fornita nel prg. 2.

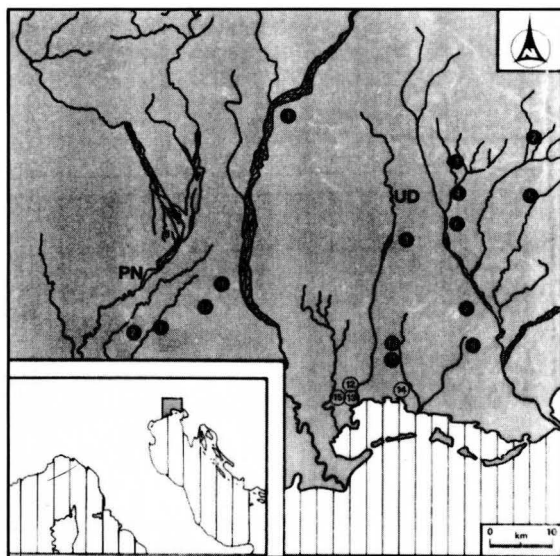



Fig. 1 - Ubicazione dei siti del Primo Neolitico del Friuli per i quali sono disponibili datazioni radiometriche: 1) Valer; 2) Fagnigola; 3) Sammardenchia.
- *Localization of the First Neolithic sites whose ^{14}C radiometric dates are available: 1) Valer; 2) Fagnigola; 3) Sammardenchia.*

Le nuove misure radiometriche sono state ricavate da campioni di carbone vegetale raccolti nel corso delle ricerche 1991 e 1992 (4) dalle seguenti strutture:

Struttura 19 (fig. 2, in alto)

Pozzetto di forma circolare a fondo piatto e pareti subverticali, diam. max. 165 cm, conservato per una profondità di circa 40 cm. Il riempimento era costituito da un livello argilloso nerastro (t. 1) ricco di materia organica e carboni, da un successivo livello (t. 2) occupante la zona centrale della struttura e costituito da un deposito di forma circolare (diam. 90 cm) di intonaco e argilla cotta e da un ultimo livello argilloso (t. 3) con qualche frammento ceramico.

È da segnalare fra i resti carbonizzati la presenza di gusci di nocciole e di cereali.

La data (R-2538), ottenuta su carboni vegetali raccolti nel livello superiore (t.1), è di 6545±70 anni da oggi (BP).

Struttura 21 (fig. 3, in alto)

Pozzetto di forma circolare a fondo piatto e pareti subverticali, conservato per una profondità di circa 25 cm e presentante un diam. max. di 145 cm.

---

(4) Scavi condotti dal prof. B. Bagolini dell'Univ. di Trento in collaborazione con l'Amministrazione Comunale di Azzano Decimo (PN).

Il riempimento era composto da una serie di livelli (t.1) di scarico di colore nero ricchi di materiale organico e carboni.

Sul fondo della struttura era presente un deposito argilloso (t.2), mentre sulle pareti è stato notato un rivestimento argilloso di probabile «incamiciatura» del pozzetto originariamente utilizzato come silos. Questa camicia isolante sulle pareti era presente in corrispondenza di livelli di caranto. Anche in questa struttura sono state rinvenute cariossidi di cereali e gusci di nocciole.

La data (R-2551), ottenuta su carbone vegetale del primo livello (t.1), è di 6483±74 da oggi (BP).

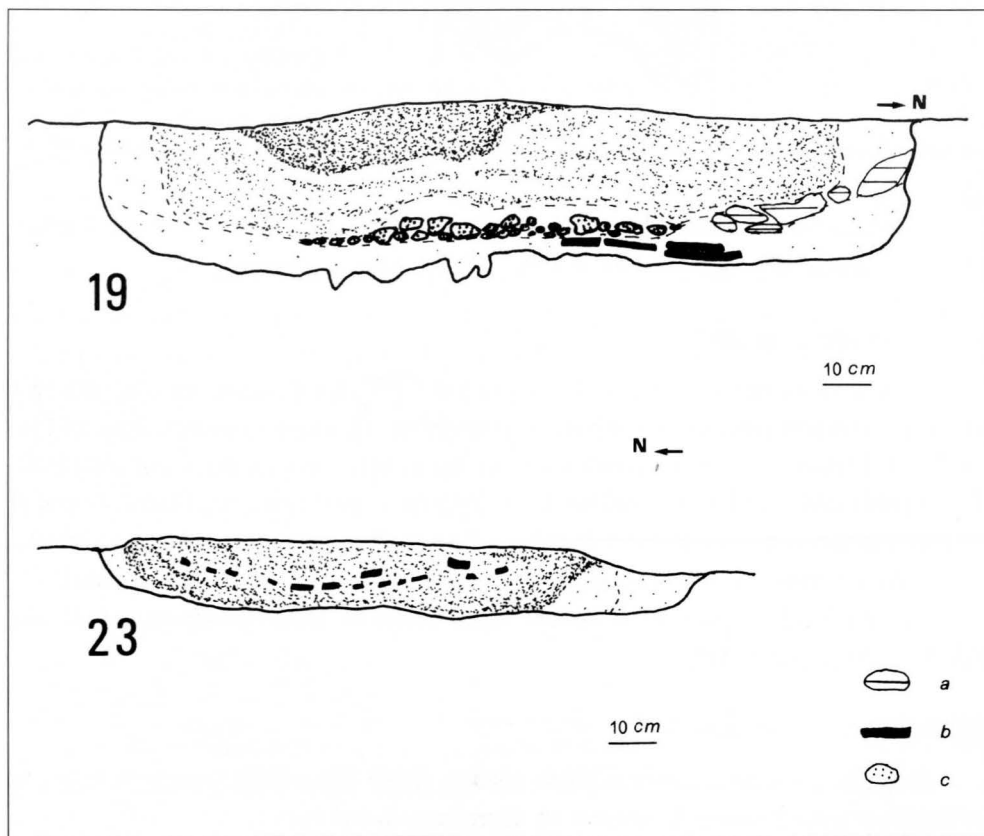



Fig. 2 - Fagnigola: sezioni delle strutture 19 (in alto) e 23 (in basso). a: lembi di crollo delle pareti; b: frammenti ceramici; c: frammenti di intonaco e concotto.

- *Fagnigola: sections of the structures 19 (upward) and 23 (downward). a: materials fallen from the walls; b: pottery sherds; c: fragments of plaster and fired clay.*

Fig. 3 - Fagnigola: strutture 21 (in alto) e 27 (in basso).
- *Fagnigola: structures 21 (upward) and 27 (downward).*

Struttura 23 (fig. 2, in basso)

Pozzetto circolare a fondo piatto, diam. max. 165 cm circa, conservato per una profondità di soli 20 cm. Presentava un riempimento ricco di carboni e frammenti ceramici (t. 1). Sulle pareti - in corrispondenza di un livello di caranto - era presente un rivestimento argilloso che non interessava il fondo della struttura.

La datazione (R-2530) dei carboni vegetali raccolti nel primo livello (t. 1) è di 6570±75 anni da oggi (BP).

Struttura 27 (fig. 3, in basso)

Pozzetto circolare a fondo convesso, diam. max. 125 cm, profondità conservata 65 cm. Il riempimento era composto da un livello superiore (t. 1) ricco di carboni e materiale ceramico e da uno inferiore (t. 2) argilloso meno antropizzato. La struttura sembrava presentare un rivestimento argilloso sulle pareti. Fra i materiali merita di essere segnalata la presenza di un Bulino di Ripabianca e di una tazza carenata di tipo Fiorano in ceramica fine nera decorata da due sottili linee incise. La data (R-2554), su carboni vegetali campionati dal primo livello (t. 1), è risultata di 6548±85 anni da oggi (BP).

Struttura 30 (fig. 4)

Pozzetto a pianta circolare regolare, fondo convesso, diam. max. 170 cm, conservato per una profondità di circa 50 cm.

Questa struttura presentava un riempimento articolato, costituito da una alternanza - dall'alto verso il basso - di livelli argilloso sterili e livelli nerastri ricchi di carboni e sostanza organica. Presentava un'incamiciatura d'argilla successivamente ripristinata (t. 3) quando già era iniziata l'utilizzazione della struttura come rifiutaia. È presente qualche cariosside carbonizzata di cereale.

La data (R-2539), su carboni vegetali dei vari livelli (t. 2, 3, 4), è di 6540±70 da oggi (BP).

b) SAMMARDENCHIA (Pozzuolo del Friuli, UD)

Si tratta di uno dei più importanti ed estesi insediamenti del Primo Neolitico dell'Italia settentrionale, ubicato su alcuni terrazzi dell'Alta Pianura friulana pochi km a sud di Udine (45° 59' 40" Lat. N, 0° 46' 35" Long. E).

L'area principale delle ricerche, nota come «i Cueis», è stata oggetto di campagne annuali di scavo (1985-1989, riprese dal 1994) che hanno permesso di indagare oltre 120 strutture di vario tipo (Bagolini et al., 1987; Bagolini et al., 1994). Sono prevalenti i

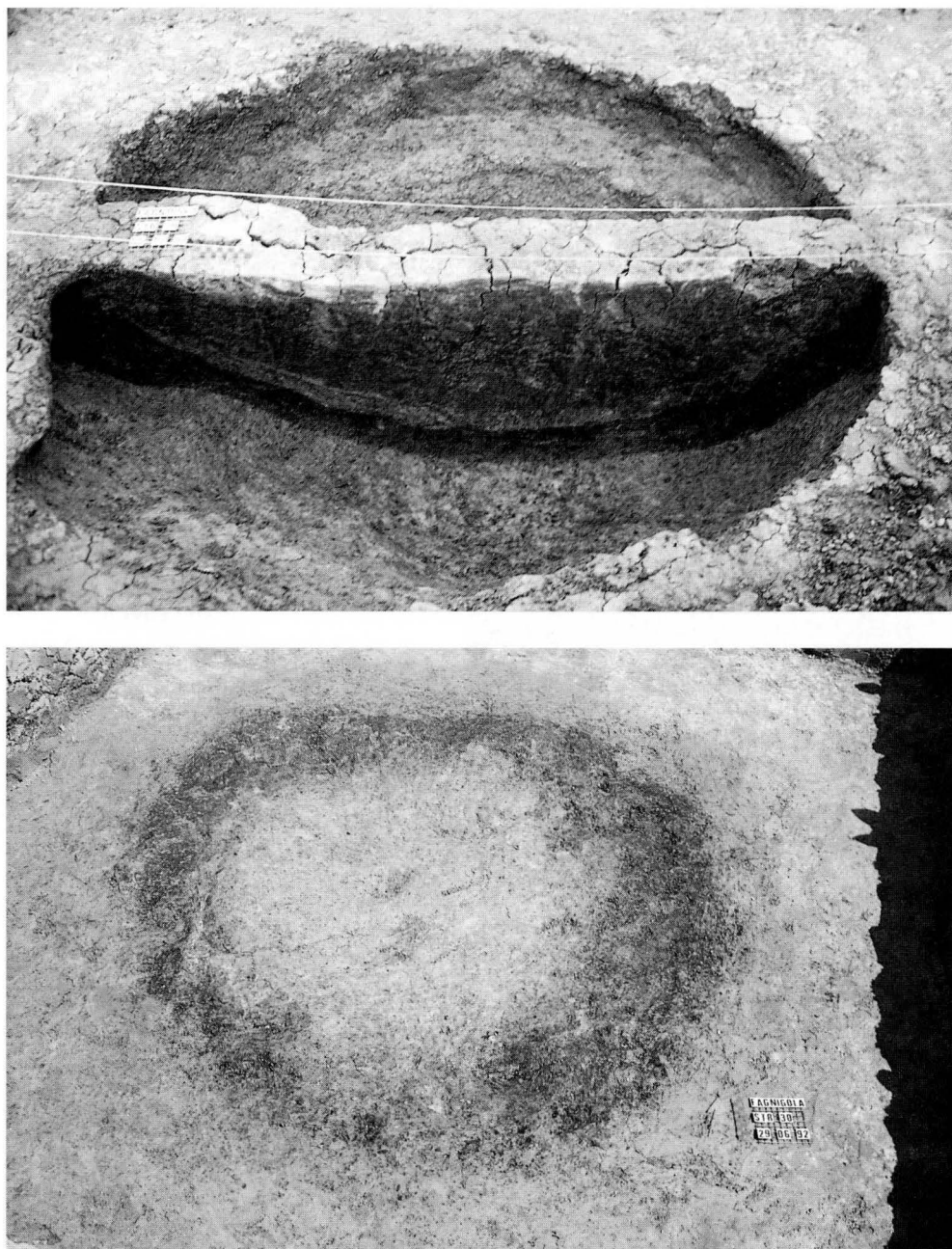



Fig. 4 - Fagnigola: pianta (in alto) e sezione (in basso) della struttura 30.
- *Fagnigola: plan (upward) and section (downward) of the structure 30.*

Fig. 5 - Sammardenchia: veduta generale dello scavo 1994.
- *Sammardenchia: general view of the 1994 excavation.*

Fig. 6 - Sammardenchia: struttura 37.
- *Sammardenchia: structure 37.*

pozzetti di forma circolare e diametro intorno ai 120 cm, ma sono presenti anche fosse irregolari di varia forma e con dimensioni a volte considerevoli.

Fra i materiali ceramici (FERRARI & PESSINA, 1992; BAGOLINI et al., 1994) merita di essere segnalata la presenza di forme fioranoidi e di importazione dalla cultura di Fiorano, nonché decorazioni eseguite con linee incise, solcature più larghe o impressioni generalmente corte. Le sintassi decorative vedono la presenza di motivi lineari e spiraloidi. Rari frammenti ceramici presentano tracce di una pittura bruna o rossastra, spesso evanescente. Tra le forme sono riconoscibili scodelle, tazzine carenate, fiaschi, recipienti a collo, vasi su alto piede cavo.

L'industria litica è molto abbondante ed annovera gli stessi tipi presenti a Fagnigola. Risulta però assente a Sammardenchia il Bulino di Ripabianca, mentre vi troviamo qualche raro trapezio e una decina di manufatti in ossidiana (per la quasi totalità di origine lipariota) (RANDLE et al., 1993; G. Crisci, pers. com.). Particolarmente ricca è l'industria in pietra levigata raccolta in superficie nel sito (asce, accette, scalpelli, anelloni per un totale di circa 250 pezzi), che sappiamo realizzata con pietre verdi provenienti in prevalenza dalle Alpi Occidentali (Piemonte) (D'AMICO et al., 1992).

Le attività produttive sono ben attestate dalla presenza di 5 tipi diversi di cereali.

Da carbone vegetale raccolto in una struttura nel corso degli scavi 1985 è stato possibile ottenere la data (Bln-3373) di 6120±60 BP (BAGOLINI et al., 1987).

Le nuove 4 date sono state misurate su campioni provenienti dagli scavi 1988 (struttura 37) e 1994 (strutture 86, 87, 101) (fig. 5) (5):

Struttura 37 (fig. 6)

Pozzetto di forma leggermente circolare, diam. max. cm 105, conservato per una profondità di circa 45 cm. Il riempimento era costituito da terreno grigio nerastro limoso-sabbioso con qualche frammento ceramico.

La data (R-2549) su carbone raccolto in due livelli (t. 1 e t. 2) è risultata di 6525±55 anni da oggi (BP).

Struttura 86 (fig. 7, in alto)

Grande pozzetto di forma circolare, diam. max. cm 115, fondo convesso, conservato per una profondità di circa 80 cm. Il riempimento era costituito da una serie di livelli di colore grigio-bruno o grigio-nero più o meno fortemente antropizzati con qualche frammen-

---

(5) Scavi condotti dal prof. B. Bagolini dell'Univ. di Trento in collaborazione con il Museo Friulano di Storia Naturale di Udine e l'Amministrazione Comunale di Pozzuolo del Friuli.

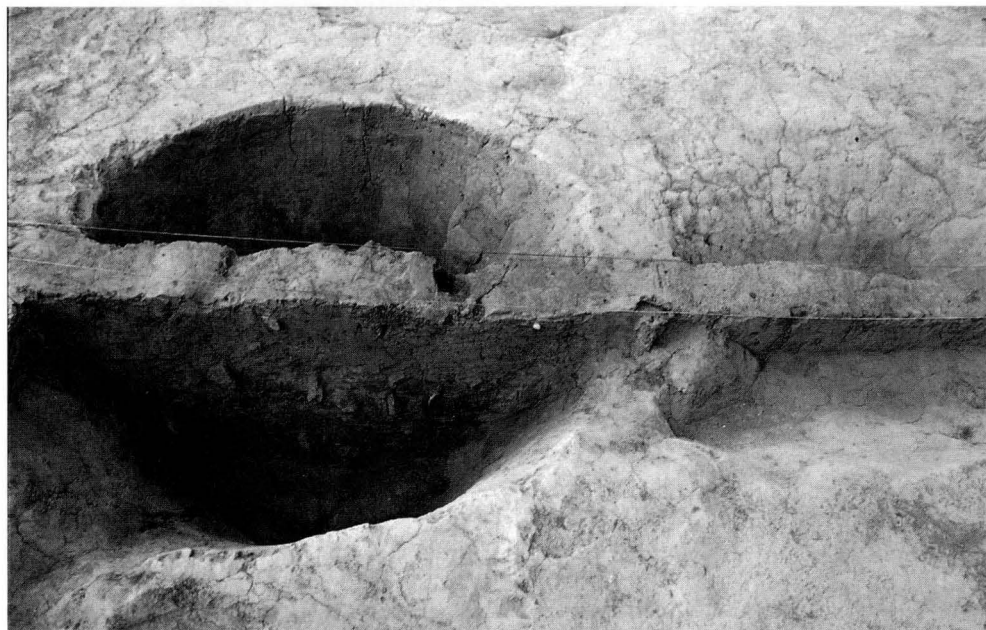
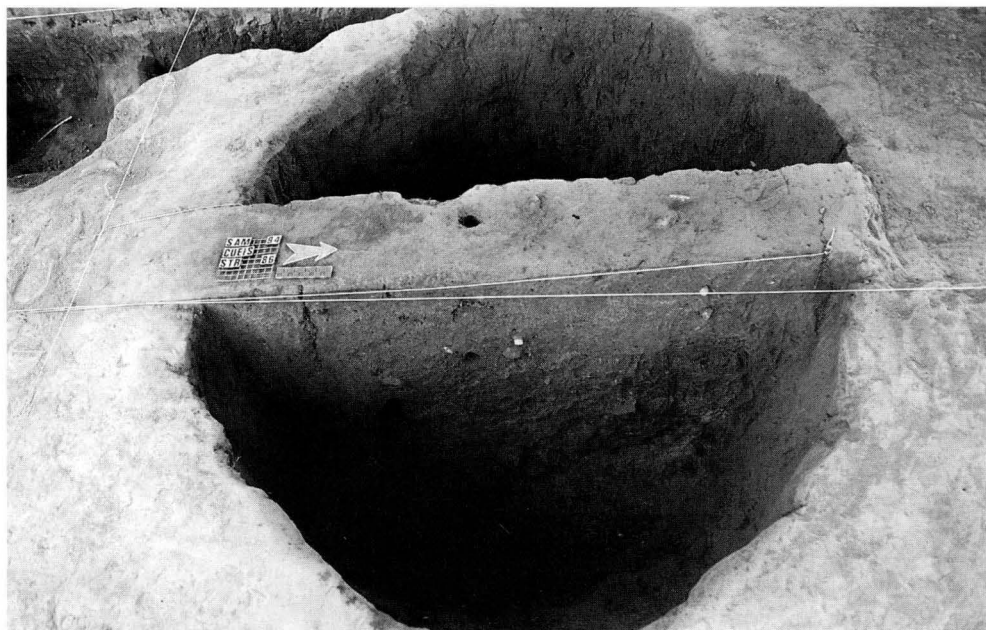



Fig. 7 - Sammardenchia: strutture 86 (in alto) e 101 (in basso).
- *Sammardenchia: structures 86 (upward) and 101 (downward).*

to ceramico e numerosi carboni. Lungo le pareti della struttura era presente un deposito più argilloso e meno antropizzato.

La data (R-2548) è risultata di 6513±70 anni da oggi (BP).

Struttura 87

Fossa di forma irregolare allungata, parzialmente tagliata da altre due strutture (88 e 89). Presentava un riempimento di colore grigio-chiaro debolmente antropizzato e tracce di episodi di collassamento delle pareti.

La data (R-2547) su carbone vegetale è risultata di 6570±74 anni da oggi (BP).

Struttura 101 (fig. 7, in basso)

Grande pozzo a pianta circolare, diam. max. cm 120, fondo piatto. Il riempimento era costituito da un livello bruno argilloso scarsamente antropizzato, seguito da uno di colore scuro con carboni e frammenti ceramici.

La data (R-2545) su carbone vegetale è risultata essere di 6535±75 anni da oggi (BP).

2. Analisi radiometriche e determinazione dell'età assoluta (S.I., M.A., L.A.)

I reperti inviati al nostro laboratorio sono stati sottoposti ad un insieme di processi fisico-chimici le cui linee essenziali sono qui riportate.

a) Pre-trattamento

È stata eseguita una analisi preliminare, con metodi ottici, allo scopo di individuare l'omogeneità del campione e di eliminare, di conseguenza, parti ritenute estranee. Sia nel caso dei campioni provenienti da Fagnigola sia in quelli provenienti da Sammardenchia non si sono osservate anomalie.

Successivamente i reperti sono stati trattati con HCl 3N allo scopo di eliminare componenti carbonatiche: esse sono state evidenziate in debole quantità in tutti i campioni. Il successivo trattamento con NaOH O.lN ha dissolto tracce di acidi umici presenti in piccola dose in entrambi i gruppi. Infine, i campioni sono stati sottoposti ad un ulteriore trattamento con HCl 2N per eliminare eventuali componenti carbonatiche formatesi nel processo precedente. Finalmente i campioni sono stati essiccati a 80°C.

b) Combustione con produzione di CO_2

Dal momento che la specie chimica utilizzata per l'analisi della concentrazione di ^{14}C

del campione è la CO_2, si è provveduto alla combustione del reperto in canna di quarzo a 800°C e in atmosfera di O_2.

Per una prima purificazione del gas radioattivo prodotto, in serie al circuito di combustione è posto un apparato di purificazione costituito da: un forno contenente CuO a 650°C e soluzioni di $KMnO_4$ e Ag_2S attraverso le quali il gas prodotto dalla combustione gorgoglia. In tal modo vengono eliminate componenti gassose indesiderabili prodotte nella combustione: in particolare CO, SO_2 e alogeni. Il gas viene raccolto per sublimazione a -186°C e successivamente, riportato a temperatura ambiente, viene inserito in un secondo circuito di purificazione attraverso il quale, per circolazione forzata, esso entra in contatto con soluzioni aventi le stesse caratteristiche già descritte con aggiunta di un depuratore ad Ag metallico alla temperatura di 350°C.

Si completa in tal modo il processo di eliminazione di componenti gassose, diverse dalla CO_2, che possono produrre una apprezzabile diminuzione di efficienza dei contatori.

Con i processi descritti non si eliminano eventuali tracce di gas Radon, sempre presente negli edifici, la cui presenza altererebbe le misure di attività in quanto si tratta, come è noto, di un gas radioattivo. La sua eliminazione si ottiene pertanto utilizzandone il decadimento naturale (il tempo di dimezzamento del nuclide che è il principale componente, ^{222}Rn, è di ~4 giorni): si immagazzina il gas in contenitori di vetro per circa 30 giorni prima di trasferirlo nei contatori per la misurazione dell'attività β^-. I prodotti di decadimento, essendo solidi, non vengono trasportati.

c) Misurazione della radioattività β^-

Attraverso condutture connesse ad impianti da vuoto e che non entrano mai in comunicazione con l'atmosfera, il gas viene trasferito nei contatori. Quelli di cui dispone il laboratorio sono contatori proporzionali a CO_2, del volume di 1000 cm^3 e 1500 cm^3, la cui tensione di lavoro è 8564V.

La radiazione ionizzante rivelata dai contatori contiene, come è noto, una notevole componente dovuta sia alla radioattività ambientale, sia alla componente muonica e neutronica dei raggi cosmici. Tale componente viene sia attenuata con opportuni schermaggi materiali sia monitorata con rivelatori esterni ai contatori. In tal modo il suo contributo è eliminato.

d) Determinazione dell'età convenzionale

Come è noto, dalla misurazione dell'attività β^- di un campione contenente ^{14}C come unico isotopo radioattivo è possibile determinare soltanto l'età «convenzionale» di un reper-

to, quella cioè che avrebbe il reperto derivante da un organismo vissuto in equilibrio con un serbatoio di ^{14}C di concentrazione uguale a quello di uno standard convenzionale (95 % Oxalic Acid I del National Bureau of Standards (NBS)). Pertanto per determinare l'età convenzionale si devono determinare sia il livello di «fondo» dei contatori (cioè la risposta da essi fornita quando sono riempiti con un gas CO_2 completamente privo di ^{14}C) sia il livello dello «standard», cioè la risposta ad un gas la cui concentrazione è pari a quella dello standard NBS.

Nel nostro caso sono stati utilizzati: per il fondo la CO_2 ricavata da uno stock di marmo di Carrara e, per lo standard, da uno stock di ANU Sucrose. Entrambi questi riferimenti hanno subito il vaglio, e il conseguente consenso, di una intercalibrazione internazionale di cui si è fatta promotrice la IAEA nel 1991.

In aggiunta alle precedenti considerazioni si deve tener conto che, nella definizione della concentrazione ^{14}C standard, è precisata la composizione isotopica in termini di ^{12}C e ^{13}C. Ad essa si deve perciò far riferimento quando si determina l'età convenzionale, normalizzando cioè la composizione isotopica del campione, nella forma di CO_2, a quella standard. Per ciò è necessaria l'analisi della concentrazione del ^{13}C che viene espressa mediante la grandezza adimensionale $\delta^{13}C$.

Tali analisi sono state eseguite, mediante spettrometria di massa, presso il Laboratorio Isotopi Stabili del Dip. Scienze della Terra - Università «La Sapienza» dal Prof. B. Turi e dalla dott. M. Preite.

e) Determinazione dell'età assoluta

È noto che la concentrazione di ^{14}C nei diversi serbatoi di scambio (atmosfera, biosfera, idrosfera) non è stata costante nel passato a causa sia delle variazioni della velocità di produzione legata a fenomeni di carattere geoastrofisico sia a causa di variazioni climatiche che hanno presumibilmente fatto variare le caratteristiche di scambio tra i vari serbatoi. In tempi recenti, a tali cause «naturali» di variazione si sono aggiunte cause di carattere antropico (effetto industriale ed esplosioni termonucleari). Perciò la determinazione dell'età assoluta, partendo dalla misura della attività β^-, presuppone la conoscenza della concentrazione di ^{14}C nel serbatoio con cui l'organismo, da cui il reperto proviene, ha scambiato durante la sua vita o, con buona approssimazione, al momento della morte.

Questo problema, apparentemente senza soluzione, è stato risolto - come è ormai ampiamente conosciuto - con l'ausilio della dendrocronologia fino a circa 12.000 anni dal presente. Si conosce infatti la precisa corrispondenza tra l'età assoluta (dendrocronologia) di una cerchia arborea e la sua età convenzionale. Per cui utilizzando tale corrispondenza, dall'età convenzionale di un reperto si risale all'età assoluta o calibrata.

Le curve di calibrazione a cui si è fatto riferimento sono quelle universalmente accettate [(6)]: i risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

campione	sigla labor.	età conv. (BP)	$\delta^{13}C$ (%)	età cal. BC
struttura 23 t1	R-2530*	6570±75	-23.8	5570÷5434
struttura 19 t1	R-2538	6545±70	-24.6	5561÷5387
struttura 30 t 2, 3, 4	R-2539	6540±70	-24.5	5521÷5386
struttura 21 t1	R-2551*	6483±74	-25.3	5444÷5325
struttura 27 t1	R-2554*	6548±85	-25.0	5566÷5383

Tab. 1 - Datazioni relative a campioni provenienti da Fagnigola. I campioni contrassegnati con *, essendo in quantità insufficiente per i contatori, sono stati datati con aggiunta di CO_2 inattiva.
- *Dating of samples coming from Fagnigola. Samples marked with * have been dated with additional inactive carbon dioxide, as the quantities available were not sufficient for the counters.*

campione	sigla labor.	età conv. (BP)	$\delta^{13}C$ (%)	età cal. BC
struttura 101	R-2545*	6535±75	-24.7	5521÷5348
struttura 87	R-2547	6570±74	-24.6	5569÷5434
struttura 86 testim.	R-2548	6513±70	-24.6	5471÷5341
struttura 37 t 1, 2	R-2549	6525±55	-24.6	5448÷5386

Tab. 2 - Datazioni relative a campioni provenienti da Sammardenchia. I campioni contrassegnati con *, essendo in quantità insufficiente per i contatori, sono stati datati con aggiunta di CO_2 inattiva.
- *Dating of samples coming from Sammardenchia. Samples marked with * have been dated with additional inactive carbon dioxide, as the quantities available were not sufficient for the counters.*

Nell'ultima colonna sono riportati gli intervalli per le età assolute, cui è associata una probabilità del 68.3% in quanto esse derivano dall'errore 1σ nelle età convenzionali.

Osservando tali risultati si può affermare che i reperti appartengono ad organismi vissuti nello stesso periodo, essendo morti nel periodo indicato dalle età calibrate corrispondenti.

(6) STUIVER M. & REIMER P. J., 1993 - Extended 14C data base and revised Calib 3.0 14C age calibration program. *Radiocarbon*, 35, 1: 215-230.

Tuttavia una migliore precisazione può ottenersi se si considera che, in dipendenza delle caratteristiche locali della curva di calibrazione, ciascuno degli intervalli della colonna 5 può essere suddiviso in uno o più sottointervalli a ciascuno dei quali si associa una frazione della probabilità del 68.3%. Nella tab. 3 sono riportati, per ogni campione, i sottointervalli a cui, caso per caso, compete il massimo valore della frazione di probabilità indicata.

sigla laboratorio	sottointervalli di calibrazione (BP)	frazione (rispetto al 68.3%)
R-2530	5530÷5430	0.84
R-2538	5520÷5430	0.75
R-2539	5520÷5420	0.79
R-2551	5450÷5420	1.00
R-2554	5530÷5420	0.76
R-2547	5530÷5430	0.84
R-2549	5490÷5420	0.62
R-2548	5480÷5340	0.99

Tab. 3 - Intervalli di età assoluta caratterizzata dalla massima probabilità.
- *Intervals of absolute age characterized by maximum probability.*

Dall'esame della tabella si può osservare come gli intervalli di età assoluta caratterizzata dalla massima probabilità siano largamente sovrapposti, identificando un significativo periodo di contemporaneità.

3. Problematica archeologica e cronologia radiometrica: alcune considerazioni (A.P., A.F.)

Le misure radiometriche oggetto della presente nota permettono alcune considerazioni di rilevante interesse per quanto riguarda la problematica della neolitizzazione dell'Italia nordorientale.

Appare innanzitutto evidente (fig. 8) come la comparsa delle prime comunità agricole in Friuli sia da collocare cronologicamente intorno alla metà del VII millennio BP (non cal.), anticipando quindi tale momento di almeno tre secoli rispetto a quanto precedentemente stimato sulla base delle prime date disponibili per Fagnigola e Sammardenchia e, in generale, per tutti i gruppi dell'area padana (BAGOLINI & BIAGI, 1990).

L'omogeneità delle nuove misure radiometriche fornite dai due siti friulani e il numero stesso delle datazioni - effettuate su carboni raccolti in strutture diverse - portano ad escludere errori dovuti ad occasionali inquinamenti dei campioni.

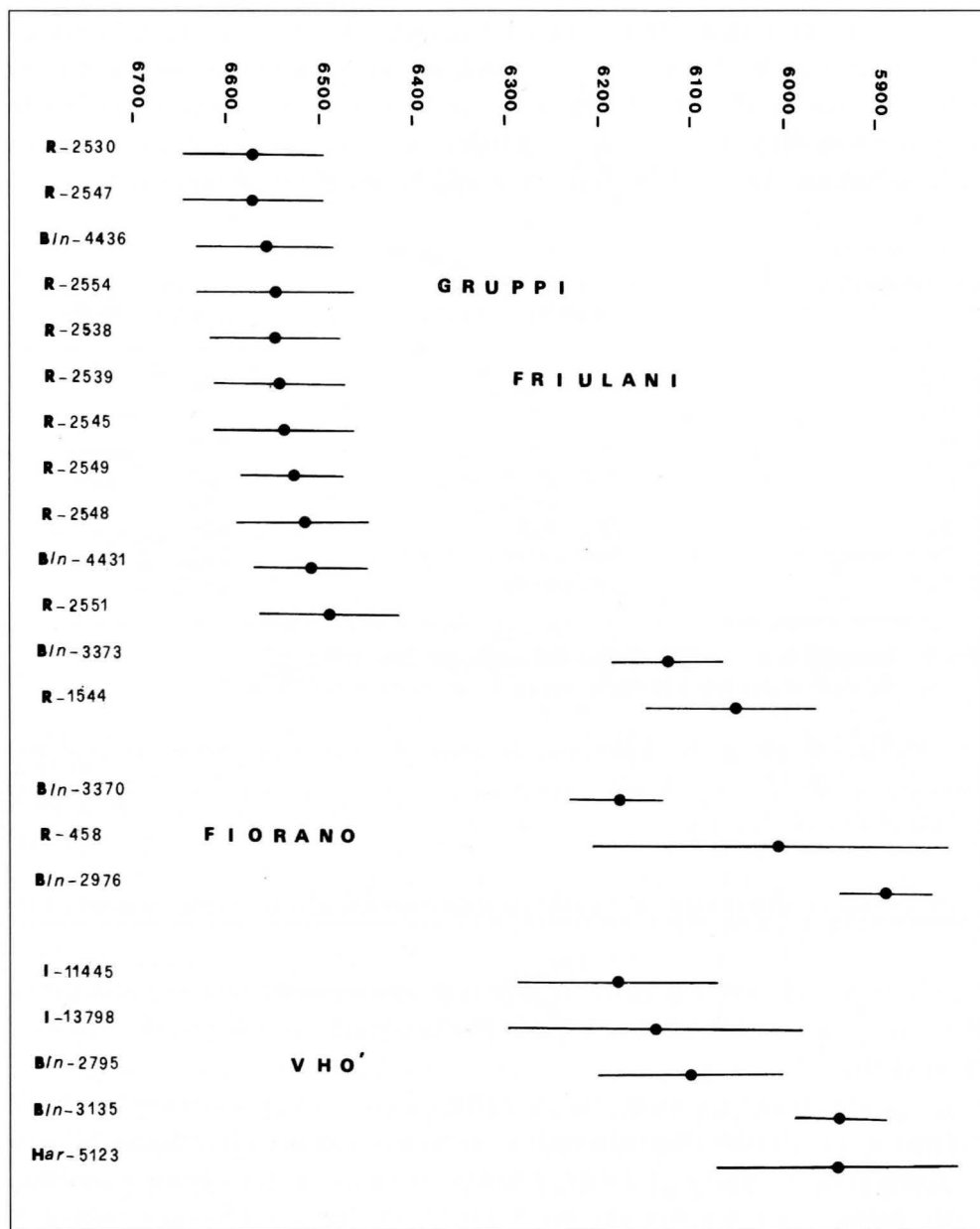



Fig. 8 - Diagramma di dispersione delle date 14C (B.P. non calibrate) dei siti del Primo Neolitico del Friuli e della Pianura Padana (per i siti cfr. BAGOLINI & BIAGI, 1990).

- *Dispersione diagram of the ^{14}C dates (B.P. uncalibrate) of the First Neolithic sites of Friuli and Po Plain (for the sites see* BAGOLINI & BIAGI, *1990).*

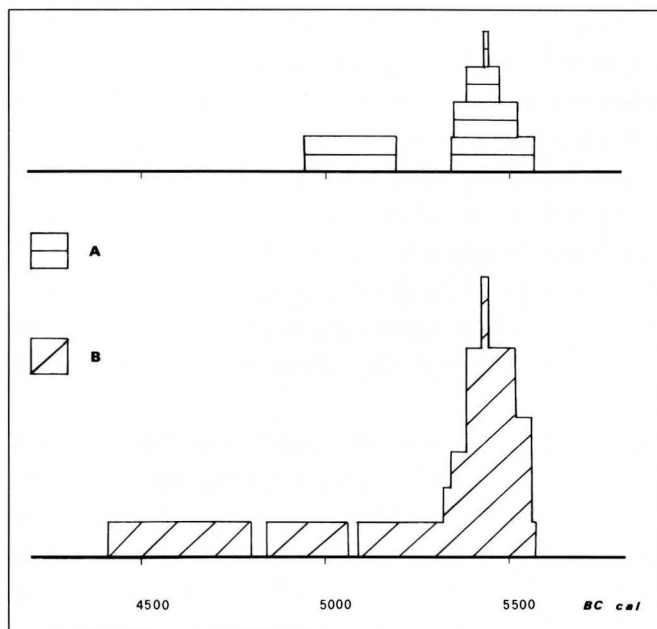



Fig. 9 - Diagramma cumulativo delle misure radiometriche (calibrate) dei siti di Sammardenchia (A) e di Fagnigola-Valer (B).
- *Cumulative diagram of the ^{14}C dates (calibrated) of the Sammardenchia (A) and Fagnigola-Valer (B) sites.*

È d'altra parte significativa la coincidenza tra le date di Fagnigola e quelle del vicino sito di Valer (Azzano X, PN) (Fasani et al., 1994), ove troviamo materiali ceramici e litici del tutto analoghi (da sottolineare la presenza di ceramiche di tipo Fiorano e di Bulini di Ripabianca). Queste tre date, eseguite presso il Laboratorio di Berlino e collocabili anch'esse a cavallo della metà del VII millennio BP [(7)], riconfermano la validità delle analisi effettuate dal Laboratorio di Roma.

Viene così ad essere colmata quella lacuna radiometrica di oltre tre secoli (Biagi, 1991) che fino a qualche anno fa sembrava separare le date radiocarboniche disponibili per i siti castelnoviani da quelle note per i villaggi del Primo Neolitico dell'area padana. Parallelamente dobbiamo però notare come, sulla base delle nuove e vecchie datazioni 14C, gli aspetti del Primo Neolitico ad oggi noti finiscano per assumere uno spessore cronologico considerevole (500 anni).

Appare inoltre confermata la sostanziale contemporaneità dei due aspetti del Primo Neo-

(7) Dal sito di Valer (Azzano X, PN) abbiamo le seguenti datazioni (Fasani et al., 1994): pozzetto 1, Bln-4431 6504±59 BP; pozzetto 1, Bln-4432 6400200 BP; pozzetto 2, Bln-4436 6557±71 BP.

litico friulano, cioè Fagnigola e Sammardenchia, ipotesi già a suo tempo avanzata (FERRARI & PESSINA, 1992: 55) per la presenza in entrambi i siti di elementi riferibili alla cultura di Fiorano. (8) Le due stazioni friulane, come appare chiaramente nel diagramma cumulativo delle datazioni disponibili (fig. 9), risultano infatti appartenere ad una medesima ristretta fascia cronologica.

Questa nuova collocazione cronologica degli aspetti del Primo Neolitico del Friuli ci porta indirettamente ad anticipare alla metà del VII millennio BP anche la cultura di Fiorano, i cui materiali si rinvengono relativamente numerosi nei siti friulani.

Appare a questo proposito interessante il fatto che due datazioni – ancora inedite – recentemente effettuate presso il Laboratorio di Gronjngen su materiali degli scavi Malavolti nel sito eponimo di Fiorano Modenese (9) si collochino negli ultimi secoli della prima metà del VII millennio BP.

Per quel che concerne il quadro del primo Neolitico del Friuli Venezia Giulia, è quindi possibile affermare che la comparsa in tutta la regione dei primi insediamenti neolitici avvenga almeno a partire dalla metà del VII millennio BP (FASANI et al., 1994). Nel Carso triestino l'aspetto di Vlaska sembra infatti comparire – stando alle datazioni recentemente fornite dalla Grotta dell'Edera di Aurisina (TS) (BIAGI et al., 1994) – intorno alla metà, se non prima, del VII millennio BP, parallelamente all'affermarsi della Cultura di Danilo in area dalmata (CHAPMAN, 1988)

Le ceramiche recanti decorazioni incise con motivi a spirale, rinvenute a Sammardenchia nel corso delle ricerche 1994 (PESSINA, 1994: fig. 2), potrebbero quindi testimoniare una penetrazione abbastanza precoce di qualche elemento della Cultura di Danilo dal Carso triestino fino all'area friulana già intorno alla metà del VII millennio BP. (10)

Manoscritto pervenuto il 14.VII.1995.

Bibliografia

BAGOLINI B. & BIAGI P., 1990 - The Radiocarbon Chronology of the Neolithic and Copper Age of Northern Italy. *Oxford Journal of Archaeology*, 9 (1): 1-24.

BAGOLINI B., BRESSAN F. & CANDUSSIO A., 1987 - Prima campagna di scavi a Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli (Udine). *Atti XXVI Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Firenze 1985: 407-412.

BAGOLINI B., BRESSAN F., CANDUSSIO A., FERRARI A., MESSORI A., NAZZI A., PESSINA A. & TOSONE R., 1994 - Ricerche di superficie nell'area di Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli. *Atti XXIX Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Trieste 1990: 219-234.

(8) L'ipotesi di una possibile anteriorità cronologica della facies di Sammardenchia rispetto a quella di Fagnigola (BRESSAN, 1987: 405) appare attualmente difficilmente sostenibile.

(9) Le due date (GrN-19838; GrN-19839) sono state misurate su campioni di osso raccolti rispettivamente nei pozzetti 2 e 5.

(10) Ceramiche con decorazioni incise a motivo spiraliforme provengono anche dagli scavi 1985 (BAGOLINI et al., 1987: fig. 3, n.11). Bisogna rimarcare che da nessuna delle strutture, scavate nel 1994, con materiali ceramici con decorazioni spiraliformi abbiamo al momento datazioni ^{14}C.

BAGOLINI B., BRESSAN F., FERRARI A. & PESSINA A., 1994 - Il villaggio neolitico di Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli (scavi 1988). *Atti XXIX Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Trieste 1990: 139-158.

BAGOLINI B., CARUGATI M.G., FERRARI A. & PESSINA A, 1993 - Fagnigola Bosco Mantova (Azzano Decimo-Pordenone). Notizie preliminari sull'intervento del 1991. *Atti della Soc. Preist. Protost. Friuli-V.G.*, Trieste VII, 1992: 47-64.

BAGOLINI B., FERRARI A., GRILLO A., PESSINA A. & TONON M., 1994 - Il villaggio neolitico di Fagnigola (scavi 1979) e gli ultimi dati dal territorio. *Atti XXIX Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Trieste 1990: 185-200.

BAGOLINI B., FERRARI A. & PESSINA A., 1993 - Strutture insediative nel Neolitico dell'Italia settentrionale. *Atti 13 Conv. Nazionale Preist. Protost. della Daunia*, S. Severo, 1991: 33-58.

BIAGI P., 1975 - Stazione neolitica a Fagnigola (Azzano Decimo - Pordenone). Relazione preliminare dello scavo 1974. *Annali dell'Università di Ferrara*, XV, II (6): 247-269.

BIAGI P., 1985 - Neue Aspekte zur Neolithisierung Norditaliens. *Zeitschrift für Archaologie,* 19 (1): 11-22.

BIAGI P., 1991 - The Prehistory of the early Atlantic period along the Ligurian and Adriatic coasts of Northern Italy in a mediterranean perspective. *Rivista di Archeologia*, XV: 46-54.

BIAGI P., STARNINI E. & VOYTEK B. A., 1994 - The late Mesolithic and early Neolithic settlement of Northern Italy: recent considerations. *Porocilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji*, XXI (in stampa).

BRESSAN F., 1987 - Presenze neolitiche in provincia di Udine. *Atti XXVI Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Firenze 1985: 403-406.

CARUGATI M.G., 1993 - Il Neolitico Antico in Friuli attraverso lo studio dei resti vegetali carbonizzati di tre siti: Fagnigola (PN), Valer (PN) e Sammardenchia (UD). *Quaderni Friulani di Archeologia*, III: 15-22.

CARUGATI M .G., 1994 - Nota sui resti vegetali carbonizzati del sito neolitico di Valer (Azzano Decimo-Pordenone). *Atti Soc. Preist. Protost. Friuli-V.G., Trieste*, VIII, 1993: 115-120.

CASTELLETTI L. & CARUGATI M. G., 1994 - I resti vegetali del sito neolitico di Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli (Udine). *Atti XXIX Riunione Scientifica I.I.P.P.*, Trieste 1990: 167-184.

CHAPMAN J., 1988 - Ceramic Production and Social Differentiation: The Dalmatian Neolithic and the Western Mediterranean. *Journal of Mediterranean Archaeology,* 1/2: 3-25.

D'AMICO C., FELICE G. & GHEDINI M., 1992 - Lithic supplies in the early neolithic to Sammardenchia (Friuli), Northern Italy. *Science and Technology for Cultural Heritage* I.

FASANI L., BIAGI P., D'AMICO C., STARNINI E. & VOYTEK B. A., 1994 - Stazione neolitica a Valer (Azzano Decimo-Pordenone): rapporto preliminare degli scavi 1990-1991.*Atti Soc. Preist. Protost. Friuli-V.G.*, Trieste, VIII, 1993: 97-114.

FERRARI A. & PESSINA A., 1992 - Considerazioni sul primo popolamento neolitico dell'area friulana. *Atti Soc. Preist. Protost. Friuli-V.G.*, Trieste, VI, 1987-91: 23-59.

RANDLE K., BARFIELD L. H. & BAGOLINI B., 1993 - Recent Italian Obsidian Analyses. *Journal of Archaeological Science*, 20: 503-509.

Indirizzo degli Autori - Authors' address:
- Dott. Marisa ALESSIO
- Dott. Laura ALLEGRI
- Dott. Salvatore IMPROTA
Laboratorio di Radiodatazioni - Dip. di Fisica
Università degli Studi «La Sapienza»
P.le Aldo Moro 1, 00100 ROMA

- Alessandro FERRARI
Gruppo Naturalisti di Spilamberto
via Mazzini 12, 41057 SPILAMBERTO MO
- Dott. Andrea PESSINA
Dip. di Scienze Archeologiche
Università degli Studi
via S. Maria 53, 56100 PISA

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17(1995)	57-78	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. CASTELLO

STUDI LICHENOLOGICI IN ITALIA NORD-ORIENTALE. VII: EFFETTI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO SULLE COMUNITÀ LICHENICHE EPIFITE NELLA PROVINCIA DI TRIESTE

LICHENOLOGICAL STUDIES IN NE ITALY. VII: EFFECTS OF AIR POLLUTION ON EPIPHYTIC LICHEN COMMUNITIES IN THE PROVINCE OF TRIESTE

Riassunto breve - In questo lavoro vengono riportati i risultati di uno studio della qualità dell'aria nella Provincia di Trieste basato sui licheni quali indicatori di inquinamento da SO_2. La valutazione della qualità dell'aria è stata effettuata mediante un Indice di Purezza Atmosferica (I.A.P.), basato sul numero e sulla frequenza delle specie licheniche presenti su *Quercus* e *Tilia* spp. in 80 stazioni di campionamento. Viene presentata la carta della qualità dell'aria della Provincia di Trieste: la maggior parte della Provincia presenta buoni livelli di qualità dell'aria, mentre le zone più inquinate corrispondono alla zona urbana ed industriale di Trieste ed alla parte sudorientale della Provincia; si registra un leggero deterioramento della qualità dell'aria nella parte nordoccidentale della Provincia. Complessivamente sono state rilevate 62 specie licheniche epifite e due principali tipi di comunità, costituite rispettivamente da specie nitrofitiche e tossitolleranti oppure da specie acidofitiche sensibili all'inquinamento atmosferico. Vengono discussi gli effetti dell'attività antropica sulla distribuzione delle specie e delle comunità licheniche rilevate e vengono presentate le carte di distribuzione di 6 specie. I principali fattori che influenzano lo sviluppo delle comunità licheniche sono l'inquinamento atmosferico e l'eutrofizzazione dovuti alle attività antropiche.

Parole chiave: Inquinamento atmosferico, Qualità dell'aria, Bioindicatori, Licheni, Comunità, Trieste.

Abstract - *This paper presents the results of a study of air quality in the Province of Trieste based on lichens as indicators of* SO_2 *pollution. Air quality was evaluated by means of an Index of Atmospheric Purity (I.A.P.), based on the number and frequency of lichen species on* Quercus *and* Tilia *spp. in 80 sampling stations. Air quality map of the Province of Trieste is shown; most of the study area has very high air quality levels, the most polluted areas corresponding with the urban and industrial zone of Trieste and the South eastern part of the Province; in the North western part of the study area air quality values slightly decrease. Altogether, 62 epiphytic lichen species and two main communities have been recorded, the communities consisting of nitrophytic and toxitollerant species or acidophytic and sensitive to air pollution species; the effects of antropic activities on distribution patterns of lichen species and communities are discussed and the distribution maps of 6 species are presented. The main factors affecting lichen communities development are air pollution and eutrophication.*

Key words: *Air pollution, Air quality, Bioindicators, Lichens, Communities, Trieste.*

Introduzione

Lo studio delle comunità biologiche rappresenta un potente strumento per valutare lo stato dell'ambiente: le alterazioni dei parametri ambientali determinano effetti più o meno evidenti su tutti gli organismi e proprio su tali alterazioni si basano le tecniche di biomonitoraggio ambientale. I licheni sono notoriamente sensibili all'inquinamento atmosferico e, grazie alle peculiari caratteristiche morfologiche, fisiologiche ed ecologiche, sono ampiamente utilizzati da molti decenni come bioindicatori della qualità dell'aria. In questo lavoro vengono presentati i risultati dello studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulle comunità licheniche epifite nella Provincia di Trieste, realizzato nel 1992.

La flora e vegetazione lichenica della Provincia di Trieste sono state già oggetto di precedenti studi: la flora lichenica epifita è stata studiata da NIMIS & LOI (1981, 1982, 1984), l'analisi di comunità licheniche è stata trattata da NIMIS & DE FAVERI (1980), NIMIS (1982) e NIMIS & LOSI (1983), mentre NIMIS (1985) e CASTELLO et al. (1994) hanno effettuato degli studi di monitoraggio della qualità dell'aria. Considerata l'esigua estensione territoriale, la Provincia di Trieste risulta una delle aree d'Italia più ricche dal punto di vista lichenologico, con un totale di 413 specie note (NIMIS, 1993). Una così elevata biodiversità si concentra soprattutto sull'altipiano carsico, un'area che, pur in assenza di fenomeni di industrializzazione di un certo peso, è intersecata da importanti vie di comunicazione.

Il presente lavoro vuole analizzare gli effetti dell'attività antropica sulla flora e vegetazione lichenica epifita nel territorio provinciale. La particolare metodica di rilevamento impiegata in questo studio, utilizzata routinariamente nei lavori di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico, prevede il campionamento delle comunità licheniche presenti su alberi con particolari caratteristiche; per questo motivo sono state escluse automaticamente numerose nicchie ecologiche e non sono state trattate le comunità licheniche legate a particolari substrati.

Area di studio

Il territorio studiato corrisponde ai limiti amministrativi della Provincia di Trieste, ed ha una superficie di km^2 212. L'area di studio (fig. 1) può venir suddivisa in quattro distretti principali: l'altipiano carsico, che inizia presso il confine con la Provincia di Gorizia ad un'altitudine inferiore a m 100 s.l.m. per innalzarsi progressivamente sino a m 680 s.l.m. (M. Lanaro) ed è largamente occupato dalla boscaglia illirica a *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus*; la costiera triestina, che comprende una stretta fascia di territorio, caratterizzata dalla presenza di estesi relitti di vegetazione mediterranea sempreverde; la conca di Trieste, che comprende l'area urbana e l'area industriale di Trieste, caratterizzata da elevazioni inferiori a m 100 s.l.m., e da una prevalenza di Flysch come substrato

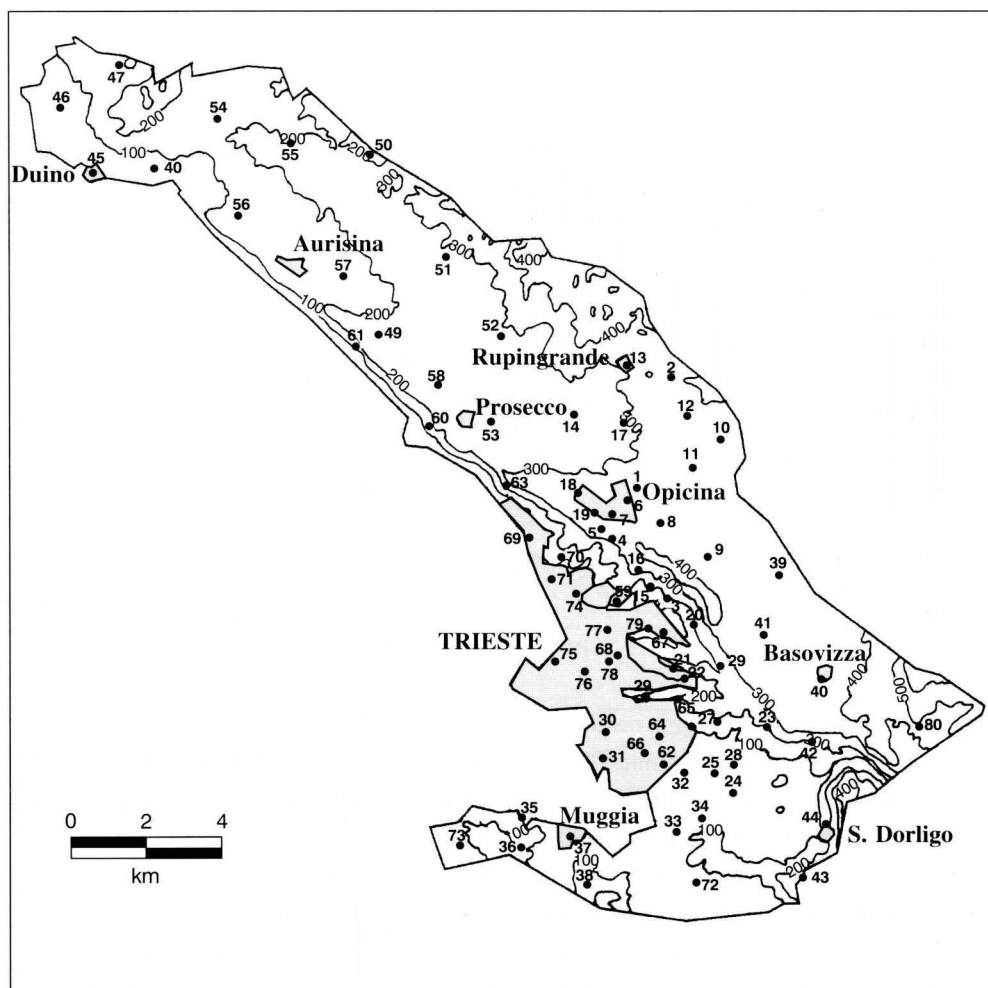



Fig. 1 - Area di studio; viene indicata la disposizione delle 80 stazioni di campionamento.
- *Survey area; location of the 80 sampling stations is shown.*

principale; la parte più meridionale dell'area di studio, che include essenzialmente il comune di Muggia, caratterizzata da basse colline a Flysch, in cui la vegetazione naturale, costituita da boschi acidofili a *Quercus petraea*, è stata largamente sostituita da coltivazioni. Per un'ampia e dettagliata analisi della vegetazione fanerogamica della Provincia di Trieste si rimanda a Poldini (1989).

Dal punto di vista climatico l'area di studio si caratterizza per un clima di transizione tra il tipo mediterraneo e quello continentale-prealpino. La piovosità aumenta rapidamente

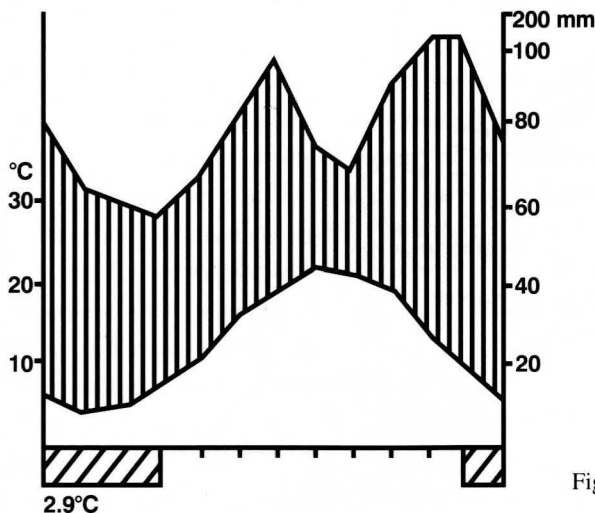



Fig. 2 - Diagramma climatico di Trieste.
- *Climatic diagram of Trieste.*

dalla costa verso l'interno; pur mantenendosi su valori abbastanza elevati (ca. mm 1000 all'anno presso la costa, sino a mm 1600 nelle stazioni più interne del Carso triestino), essa viene contrastata dalla grande percolabilità dei substrati calcarei e dal vento freddo e secco di Bora. La zona costiera presenta condizioni climatiche essenzialmente marittimo-mediterranee. Il diagramma climatico di fig. 2, costruito secondo il metodo di Walter-Gaussen, rappresenta l'andamento della piovosità e della temperatura dell'aria in modo da evidenziare eventuali periodi di siccità estiva rilevanti per la vegetazione. La piovosità è distribuita in due periodi stagionali (inizio estate ed autunno), dimostrando un tipo pluviometrico equinoziale submediterraneo. Le temperature seguono un andamento annuale più regolare, facendo segnare un progressivo aumento dei valori medi durante la stagione primaverile, per toccare i valori massimi in luglio ed agosto, in coincidenza con il minimo stagionale di piovosità. La situazione di transizione tra un clima oceanico-mediterraneo ed uno continentale-submediterraneo, la notevole diversità tra regione costiera ed altipiano carsico e la presenza di numerose situazioni microclimatiche determinano la peculiare ricchezza floristica e vegetazionale dell'area.

La fig. 3 rappresenta il regime dei venti, che si caratterizza per la netta predominanza dei venti da NE ed E, secchi e freddi. Le brezze di mare e di terra sono meno sensibili lungo la costiera, data la particolare conformazione orografica, mentre si fanno sentire maggiormente nelle zone a bassa altitudine della conca di Trieste.

Per quel che riguarda il grado di antropizzazione, la Provincia di Trieste si caratterizza per una situazione estremamente diversificata: da un lato l'altipiano carsico, un tempo sfruttato intensamente per il pascolo e, in minor misura, per l'agricoltura, è oggi soggetto ad un rapido processo di rimboschimento naturale che tende a sostituire la landa carsica di origine antropozoogena. Per quanto quest'area sia intersecata da numerose vie di scorrimento, essa mantiene in molte parti caratteri di spiccata naturalità; gli insediamenti industriali propriamente detti sono scarsissimi e gli insediamenti urbani sono in genere di piccole dimensioni. La situazione cambia rapidamente nella conca di Trieste, che risulta invece fortemente urbanizzata, anche se nell'area industriale si ha uno scarso insediamento di industrie di trasformazione e quindi di potenziali fonti di sostanze inquinanti. La parte della Provincia confinante con quella di Gorizia è prossima ad insediamenti industriali di maggior peso, siti presso Monfalcone.

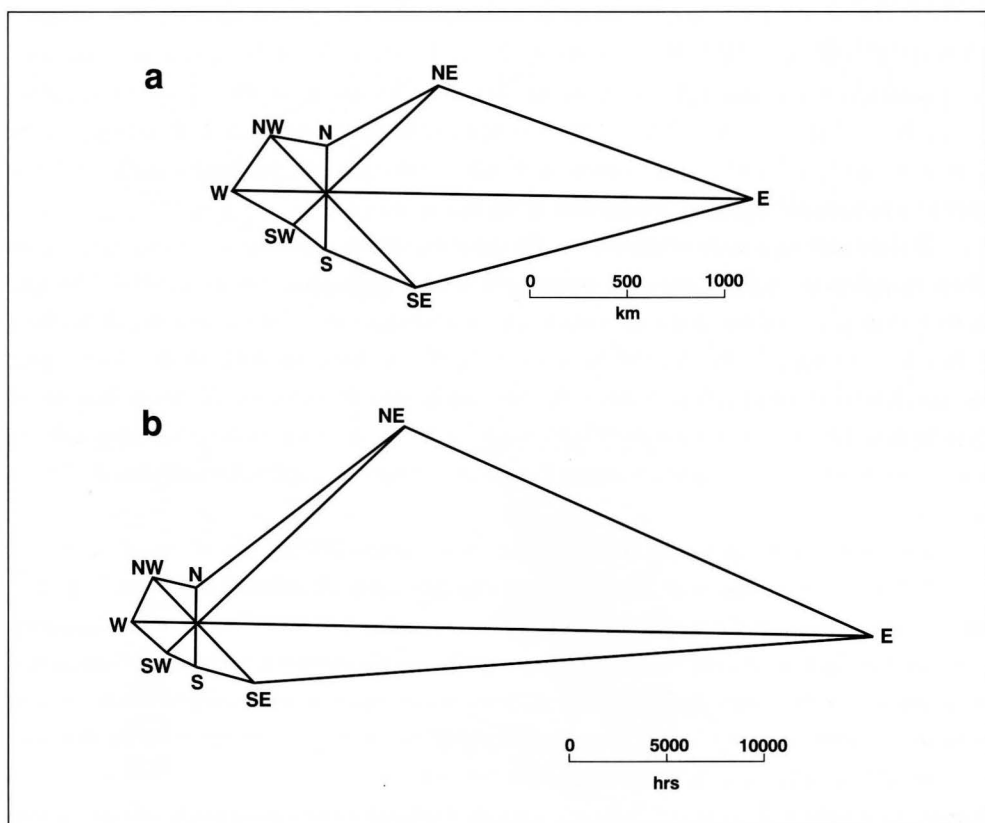



Fig. 3 - Velocità (a) e frequenza (b) annuali dei venti nell'area di studio.
- *Average yearly wind speed (a) and frequency (b) in the study area.*

Materiali e metodi

Lo studio delle comunità licheniche epifite è stato realizzato utilizzando la metodica di rilevamento proposta da HERZIG et al. (1987) e LIEBENDÖRFER et al. (1988), modificata da NIMIS et al. (1989), generalmente usata negli studi di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico. Tale metodica permette di quantificare l'inquinamento da sostanze fitotossiche, ed in particolare da anidride solforosa, mediante l'uso di un Indice di Purezza Atmosferica (I.A.P.), derivato da dati biologici raccolti seguendo una procedura di rilevamento standardizzata: la metodica si basa sul fatto che in presenza di sostanze inquinanti fitotossiche si registra una diminuzione della copertura ed un impoverimento in specie delle comunità licheniche epifite. Il rilievo viene effettuato all'interno di un reticolo delle dimensioni di 30 x 50 cm (m^2 0.15 di superficie) suddiviso in 10 rettangoli (dimensioni cm 10 x 15), che viene posto sul tronco ad un'altezza compresa tra i 120 ed i 200 cm, nel punto di massima densità lichenica. Vengono annotate le specie licheniche e la loro frequenza, espressa come numero di rettangoli in cui ogni specie è presente (min 1, max 10). In ciascuna stazione vengono effettuati generalmente 3-4 rilievi su alberi diversi. La frequenza delle specie nella stazione di campionamento è data dalla media aritmetica delle frequenze nei diversi rilievi. Il valore dell'Indice di Purezza Atmosferica della stazione è dato dalla somma delle frequenze medie di tutte le specie rilevate. Valori elevati dell'indice indicano una migliore qualità dell'aria, mentre valori bassi segnalano situazioni di degrado.

Il rilevamento è stato effettuato in 80 stazioni, sparse nell'area di studio (fig. 1), su *Quercus pubescens* e *Tilia* spp., che presentano scorza a reazione subacida (pH 4,5-5); numerosi studi hanno dimostrato la sostanziale indifferenza per l'attecchimento della flora lichenica su l'uno o l'altro dei due substrati. Considerato lo scopo dello studio, la maggior densità di stazioni di campionamento coincide con la zona urbana e suburbana di Trieste. In ognuna delle 80 stazioni sono stati effettuati dai 2 ai 6 rilievi su alberi diversi, in dipendenza dalla variabilità della presenza lichenica riscontrata sul posto e dalla disponibilità di Tigli e Querce.

La nomenclatura delle specie licheniche segue NIMIS (1993).

I dati floristici sono stati organizzati in una tabella di 80 stazioni e 62 specie; la frequenza delle specie nelle stazioni è stata espressa in classi di valori, da 1 a 5. Da questa tabella deriva la matrice di 63 stazioni e 62 specie che è stata sottoposta ad analisi multivariata, nella quale non sono state considerate le stazioni in cui i licheni sono completamente assenti. L'analisi multivariata è stata effettuata utilizzando il package di programmi di WILDI & ORLÓCI (1983), sulla base delle seguenti elaborazioni:

1. classificazione delle specie e delle stazioni: permette di evidenziare gruppi di specie con simile distribuzione nell'area di studio e gruppi di stazioni con simile composizione floristica; la classificazione è stata ottenuta sulla base di dati binari (presenza-assenza),

utilizzando la funzione di somiglianza della distanza euclidea e l'algoritmo di clustering della minima varianza;

2. ordinamento reciproco delle specie e delle stazioni: permette l'individuazione di eventuali gradienti di variazione floristico-vegetazionale, e quindi di individuare i principali fattori ecologici responsabili di queste variazioni nell'ambito dell'area di studio.

La carta della qualità dell'aria ottenuta sulla base degli indici calcolati per le 80 stazioni e le carte di distribuzione delle singole specie sono state realizzate con il package di programmi SURFER 4 (*Golden Software Inc.*).

Risultati

La carta della qualità dell'aria ottenuta sulla base dei valori dell'Indice di Purezza Atmosferica (I.A.P.) nelle 80 stazioni di campionamento viene presentata in fig. 4. La maggior parte dell'area di studio, coincidente con l'altipiano carsico, presenta una situazione

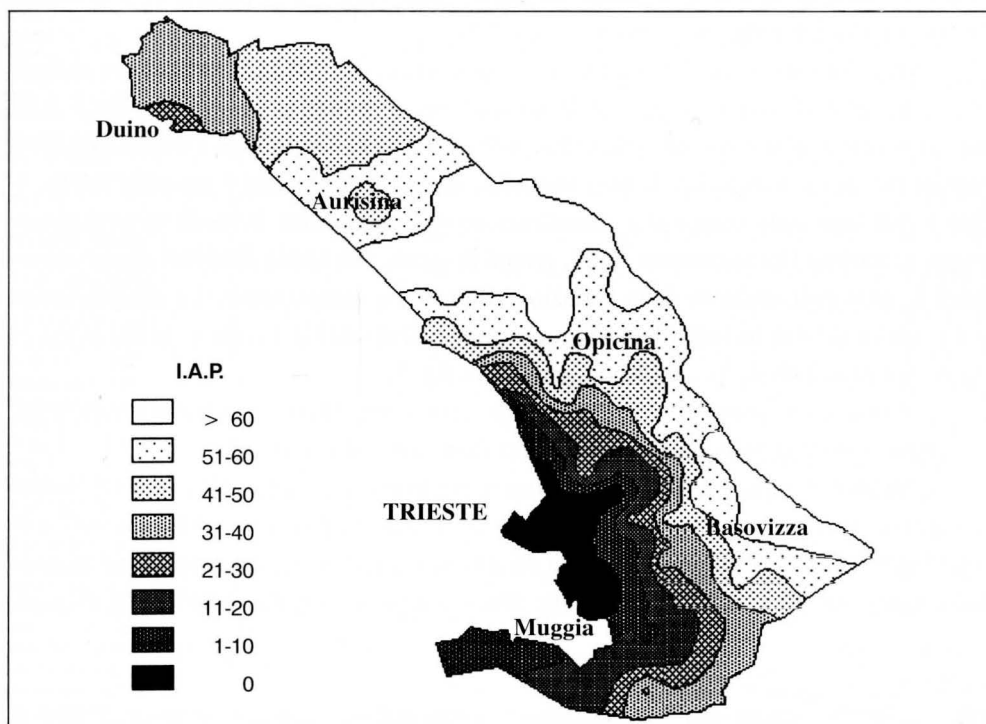



Fig. 4 - Carta della qualità dell'aria basata sull'Indice di Purezza Atmosferica.
- *Air quality map based on the Index of Atmospheric Purity.*

ambientale ottimale, corrispondente a valori di I.A.P. decisamente elevati; il moderato abbassamento dei valori di I.A.P. nella parte nordoccidentale dell'area provinciale segnala la presenza di emissioni di anidride solforosa da parte di fonti inquinanti site nell'area stessa o presso Monfalcone. L'area urbana di Trieste e parte della zona industriale sono caratterizzate dalla presenza del "deserto lichenico" (completa assenza di licheni), o da valori di I.A.P. molto bassi. La carta evidenzia come la situazione di degrado della qualità dell'aria rimanga limitata all'area di Trieste e non diffonda verso il retrostante altipiano carsico; tale fatto va interpretato sulla base delle caratteristiche orografiche e della direzione dei venti più frequenti, provenienti da Sud, Sud-Est o da Est, Nord-Est; la diffusione degli inquinanti verso l'interno, dovuta ai venti meridionali ed alle brezze di mare, viene ostacolata dalla particolare orografia della zona, mentre la Bora e le brezze di terra terminano la dispersione degli inquinanti verso il mare. Questo fenomeno può spiegare i bassi valori di I.A.P. registrati nell'area di Muggia, che presenta una situazione leggermente migliore rispetto all'area urbana di Trieste, ma risente pesantemente degli apporti di gas fitotossici provenienti da Trieste e dalla sua zona industriale ad opera dei venti. L'analisi dettagliata della qualità dell'aria della Provincia di Trieste, comprendente anche i dati relativi alla diffusione nell'area di diversi metalli, è trattata da CASTELLO et al. (1994).

I dati floristici su cui è basata la carta della qualità dell'aria sono stati ulteriormente analizzati per evidenziare gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla distribuzione delle singole specie e sulle comunità licheniche. Nell'area di studio sono state complessivamente rilevate 62 specie licheniche; la loro frequenza media nelle stazioni è riportata in tab. 1. Questi dati sono stati sottoposti a classificazione ed ordinamento, in modo da evidenziare gruppi di stazioni floristicamente simili, gruppi di specie con simile distribuzione ed individuare le principali tendenze della variazione floristica e vegetazionale. La classificazione della matrice dei dati ha individuato 5 gruppi principali di stazioni (dendrogramma in fig. 5) e 5 gruppi principali di specie (dendrogramma in fig. 7).

La ripartizione geografica dei 5 gruppi di stazioni nell'area di studio è mostrata in fig. 6; i gruppi sono ben definiti dal punto di vista floristico, come segue:

gruppo 1: è il gruppo più povero di specie, e quello caratterizzato da valori dell'Indice di Purezza Atmosferica più bassi; le stazioni di questo gruppo sono addensate nell'area periurbana di Trieste, intorno alla zona di deserto lichenico (fig. 6). Le specie presenti sono decisamente nitrofitiche e tossitolleranti: *Physcia adscendens*, *Ph. tenella, Ph. biziana,*

Tab. 1 - Tabella ordinata sulla base della classificazione delle 67 stazioni e 62 specie; i valori di frequenza sono espressi in classi ordinali, da 1 a 5.
- *Table ordered according the classification of the 67 stations and 62 species; frequency values are reported in ordinal classes, from 1 to 5.*

Gruppo di stazioni n.		1111111111111111122222222222222233333333333333334444444445555555555555
Stazione n.		77633353623327241 2228 4 422 5274124 11 3556464651 1411554154155 3066573985624415553203054468176892287029119641708373986172109453032
Physcia adscendens	A	52 41 1 311 1 22 351331135353343152325 451232132 224521244
Lecidella elaeochroma	A	3121 312221 212132 221342212311433122 13 41111112 4312125
Parmelia subrudecta	A	24 1 4 11 1134131112343312344312153133231153 24
Candelariella reflexa	A	311 1 11 1 14543542122312555454455523455545152532
Parmelia caperata	A	1 2 1 111 11512411 21331455531255552455555352555
Candelaria concolor	A	52 52 21442231241223 3131 11 32 22323412 24
Parmelia sulcata	A	11 1 3 111 112241313232222311131 1 433423231221253
Parmelia tiliacea	A	113 11 1 1 1421111125424 1 1 321531 3 311
Parmelia subaurifera	A	1 1 1 112142133221 1 333411 12152
Lecanora chlarotera	A	1 1 11111 111 1221122 111 111 11 1 1112
Xanthoria parietina	B	1 1 1 1151 111 121211321222 2 2
Physconia grisea	B	1 1 13322111 1 221211 1 1
Candelariella vitellina	B	111 1 1111 1 1211 1 1 1 1
Physcia biziana	B	2212211 2332243143133 1 112 5421 31 1 11
Phaeophyscia orbicularis	B	1 221 5231 1 2111 2 4 12 1 11 11 1
Hyperphyscia adglutinata	B	4 1 52315 2 1 12 412121 1
Physcia tenella	B	11 3 1121313221 2 212 3231 1 3 1 1
Rinodina pyrina	C	1 2 1 3512 1 31
Parmelia exasperata	C	1 1 11 21 1
Hypogymnia physodes	C	1 24 1131 21 1 1
Lecanora carpinea	C	1 1 1 12111 2111 1 1 1
Physconia distorta	C	1 1 11 111 11 1 1 1
Physcia aipolia	C	1 1 1 4 1 2 223 5 12
Buellia punctata	C	43122 1 1 1 1 11 11
Lepraria incana	D	1 31 1 21 2
Cladonia sp.	D	1 1 12 1
Pseudevernia furfuracea	D	1 1 1 1 1 1 1
Parmelia revoluta	D	1
Caloplaca herbidella	D	1
Maronea constans	D	1 1
Usnea gr. hirta	D	1
Parmelia elegantula	D	1
Physcia sp.	D	4
Collema furfuraceum	D	1
Anaptychia ciliaris	D	1
Ochrolechia arborea	D	1 1
Lecanora allophana	D	1 1
Physcia clementei	D	1 11
Pertusaria albescens	D	2 211
Parmelia acetabulum	D	1 11
Evernia prunastri	D	1 1 1 1 1 1
Parmelia quercina	D	12 1
Arthonia radiata	D	11 1
Phaeophyscia pragensis	D	4 1
Opegrapha lichenoides	D	1
Phaeophyscia hirsuta	D	11
Collema subflaccidum	D	1 1
Bacidia rubella	D	1 2
Xanthoria fallax	D	3 1 1
Caloplaca cerina	D	1 1
Candelariella xanthostigma	D	1 1 1 2
Parmelia glabra	D	1 1 1
Lecanora gr. hagenii	D	1 1
Catillaria nigroclavata	D	1 1
Parmelia exasperatula	D	1 1 2
Parmelia glabratula	E	2523 144211 1 12 213234 2
Lepraria aeruginosa	E	1 11 1 1 2241211 111222111312 21
Phlyctis argena	E	111 1 311
Lecanora symmicta	E	11111 1
Parmotrema chinense	E	1 11 1 1222 11 1
Normandina pulchella	E	1 1331 2 4 123344 42511
Caloplaca ferruginea	E	1 1 1 11 111 1 22 1111112

Fig. 5 - Dendrogramma delle stazioni, basato sui dati di tab. 1; i gruppi di stazioni sono numerati come in tab. 1.
- *Dendrogram of the stations, based on the data of tab. 1; station groups are numbered as in tab. 1.*

Lecidella elaeochroma e *Buellia punctata* (tab. 1); la presenza di specie più acidofitiche, quali *Parmelia sulcata*, *P. tiliacea* e *P. subaurifera*, è dovuta all'acidificazione secondaria delle scorze determinata dalla presenza degli inquinanti gassosi, quali anidride solforosa, un fenomeno già osservato in numerose aree dell'Italia settentrionale (Nimis et al., 1991);

gruppo 2: rappresenta una vegetazione moderatamente ben sviluppata appartenente allo *Xanthorion parietinae*. Questa alleanza raggruppa comunità nitrofitiche, neutro-basifitiche, relativamente tossitolleranti, e le stazioni di questo gruppo si addensano soprattutto presso i piccoli centri e le aree coltivate dell'altipiano carsico ed alla periferia della città di Trieste, immediatamente alle spalle delle stazioni del gruppo 1 (fig. 6); le comunità appartenenti a questo gruppo sono inquadrabili nell'associazione del *Physcietum elaeinae* Barkman, caratterizzata dalla presenza di *Hyperphyscia adglutinata* (= *Physcia elaeina*), *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Candelaria concolor*, *Xanthoria parietina;*

gruppo 3: include stazioni presenti soprattutto presso aree agricole lontane dai centri abitati sull'altipiano carsico e rappresenta una fase di transizione tra la vegetazione di *Xanthorion parietinae* e quella del *Parmelion caperatae,* un'alleanza che include comunità maggiormente acidofitiche di quelle dello *Xanthorion*, e generalmente meno tolleranti i fenomeni di eutrofizzazione. Il gruppo rappresenta l'aspetto più nitrofilo della sociazione a *Parmelia* spp. Nimis, che costituisce la vegetazione lichenica più comune nei boschi di Quercia dell'altipiano carsico ed è caratterizzata dalla presenza di *Parmelia caperata*, *P. subaurifera*, *P. tiliacea*, *P. sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Usnea hirta* (Nimis, 1982); accanto a queste specie si trovano numerose specie di *Xanthorion parietinae*, *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Hyperphyscia adglutinata* (tab. 1), ad indicare fenomeni diffusi di eutrofizzazione delle scorze in assenza di altri rilevanti fenomeni di inquinamento da gas fitotossici;

gruppo 4: questo gruppo comprende le comunità più tipiche della sociazione a *Parmelia* spp., che si sviluppano sia in boschi chiusi, su Quercia, che su alberi isolati, in questo caso sul lato del tronco esposto a Nord (Nimis, 1982); la presenza delle specie dello *Xanthorion parietinae* è decisamente ridotta rispetto ai rilievi inclusi nel gruppo precedente;

gruppo 5: il gruppo è diffuso nelle zone meno antropizzate dell'area di studio (fig. 6) e rappresenta comunità appartenenti al *Parmelietum caperato-perlatae* (Barkman) Delzenne & Gehu, caratterizzato dalla presenza di *Parmotrema chinense* (= *Parmelia perlata*), che spesso è dominante. Altre specie frequenti sono *Parmelia caperata*, *P. sulcata*, *P. glabratula*, *P. subrudecta*, *Phlyctis argena*, *Normandina pulchella*, *Caloplaca ferruginea*, *Pertusaria albescens*. Il *Parmelion caperato-perlatae* si sviluppa in maniera ottimale in regioni a clima oceanico temperato-caldo; nell'area di studio è frequente sul fondo di grandi doline, dove l'umidità atmosferica è maggiore, su *Quercus petraea* o più raramente su *Q. cerris*, oppure all'interno di boscaglie abbastanza chiuse su *Q. pubescens* mentre è assente o poco sviluppa-

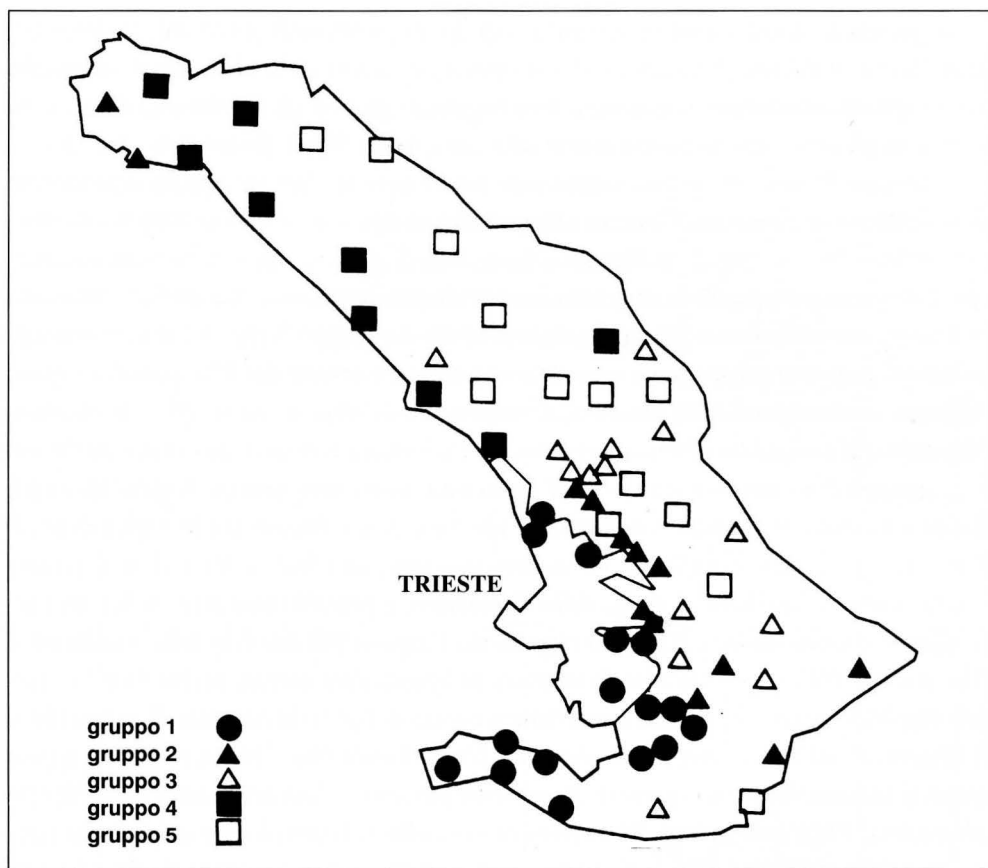



Fig. 6 - Distribuzione dei gruppi di stazioni ottenuti dalla classificazione e numerati come in fig. 5 e tab. 1.
- *Distribution of the station groups obtained by the classification and numbered as in fig. 5 and tab. 1.*

to su alberi in posizioni aperte e soleggiate (Nimis, 1982). L'associazione è caratterizzata dalla presenza di specie acidofitiche, piuttosto ombrofile e decisamente sensibili all'inquinamento atmosferico.

I 5 gruppi principali di specie individuati dalla classificazione (fig. 7) sono caratterizzati come segue:

gruppo A: il gruppo comprende specie molto frequenti nei gruppi di stazioni 3, 4 e 5 (tab. 1), corrispondenti alle comunità più ricche in specie e meglio sviluppate rilevate nell'area di studio. Come è stato detto, queste comunità appartengono all'alleanza del *Parmelion caperatae* e sono piuttosto sensibili all'inquinamento atmosferico, come evidenziato dalla carta di distribuzione di *Parmelia sulcata* (fig. 8) e *Parmelia caperata* (fig. 9);

gruppo B: si tratta di specie nitrofitiche e piuttosto tolleranti, frequenti nei gruppi di rilievi 2 e 3, tipiche dell'alleanza dello *Xanthorion parietinae*, comuni nelle stazioni in prossimità di centri abitati o nella periferia di Trieste (figg. 10, 11);

gruppo C: il gruppo comprende specie presenti soprattutto nel gruppo di stazioni 3 (fig. 12);

gruppo D: comprende le specie sporadiche;

gruppo E: il gruppo è costituito dalle specie che caratterizzano il gruppo di stazioni 5 (tab. 1); si tratta di specie acidofitiche, molto sensibili all'inquinamento atmosferico e con esigenze di spiccata oceanicità climatica; la loro distribuzione (fig. 13) risulta limitata alle zone del territorio carsico più prossime alle condizioni di naturalità, meno interessate dalle attività antropiche e da fenomeni di inquinamento atmosferico.

La distribuzione delle singole specie può dare utili informazioni sullo stato della qualità dell'aria di un'area in funzione della loro sensibilità; va sottolineato che si tratta in ogni caso di informazioni di tipo qualitativo, in grado di offrire rapidamente un quadro sintetico

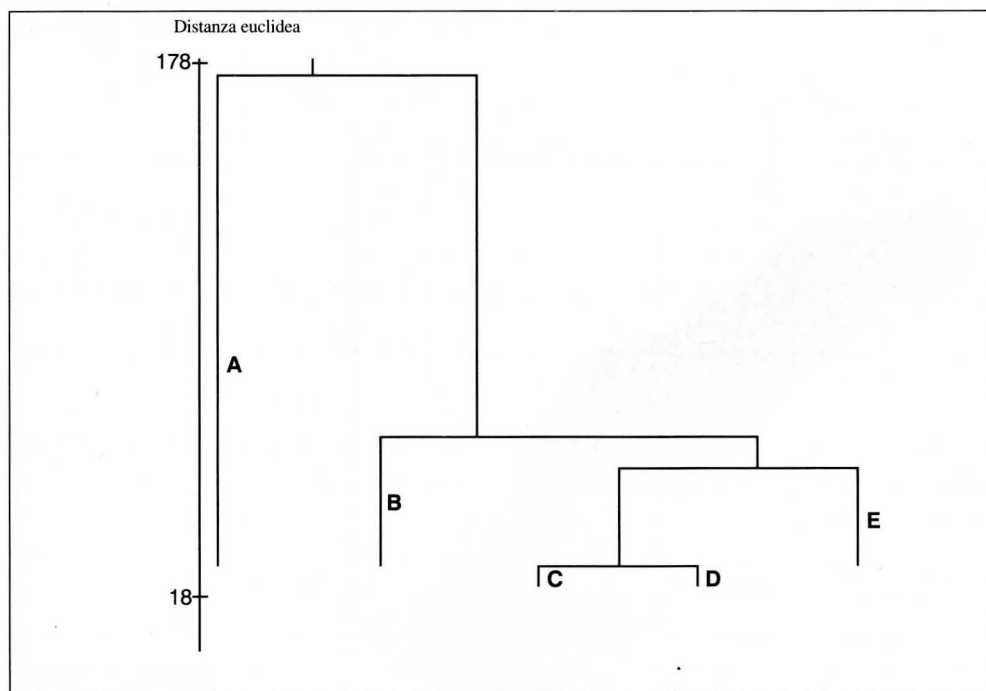



Fig. 7 - Dendrogramma dei gruppi di specie, basato sui dati di tab. 1; i gruppi sono numerati come in tab. 1.
- *Dendrogram of species groups, based on the data of tab. 1; groups are numbered as in tab. 1.*

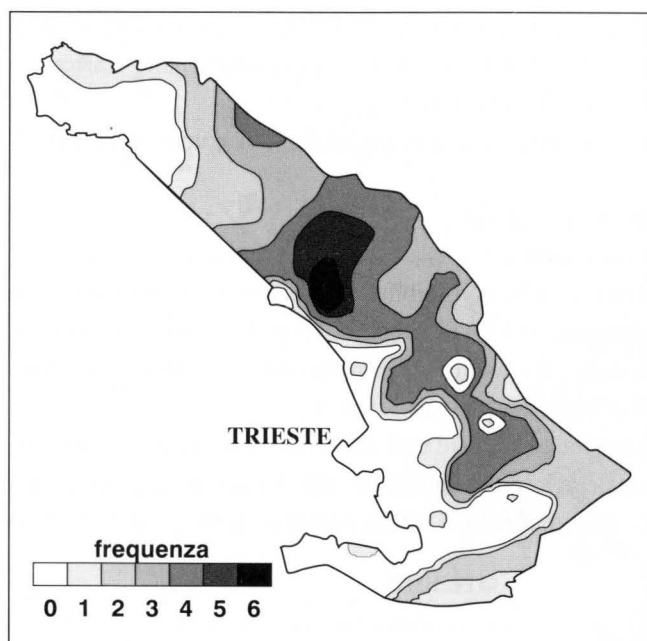



Fig. 8 - Carta della distribuzione di *Parmelia sulcata*.
- *Distribution map of* Parmelia sulcata.

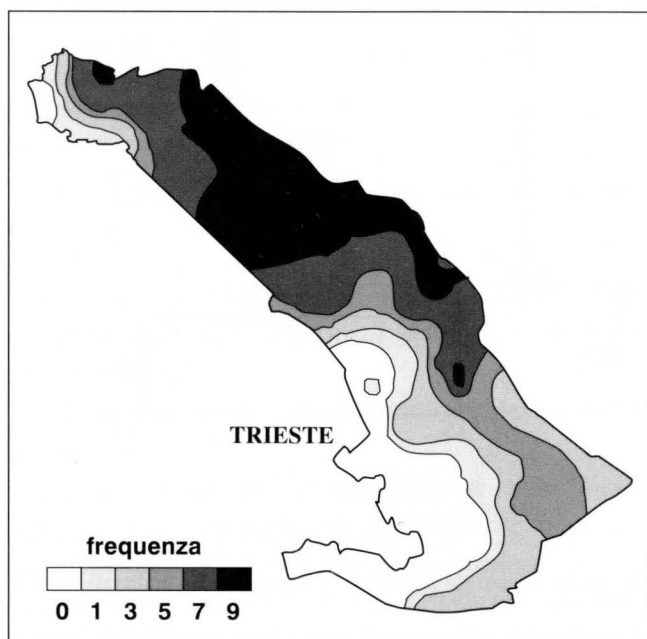



Fig. 9 - Carta della distribuzione di *Parmelia caperata*.
- *Distribution map of* Parmelia caperata.

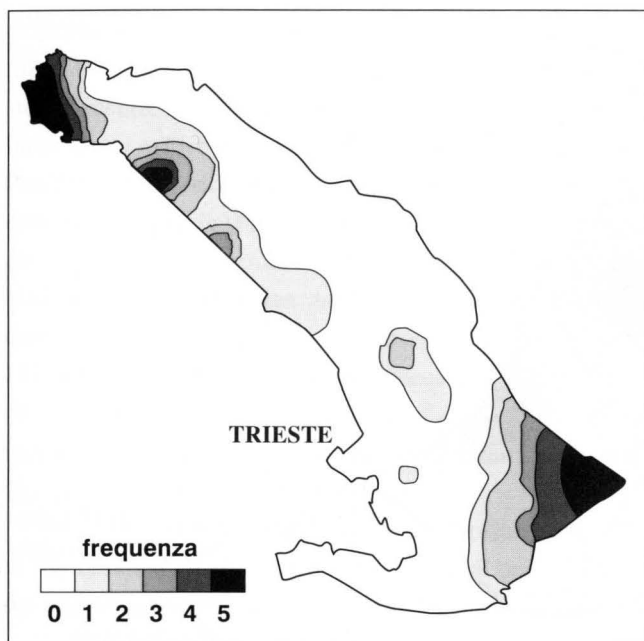



Fig. 10 - Carta della distribuzione di *Hyperphyscia adglutinata*.
- *Distribution map of* Hyperphyscia adglutinata.

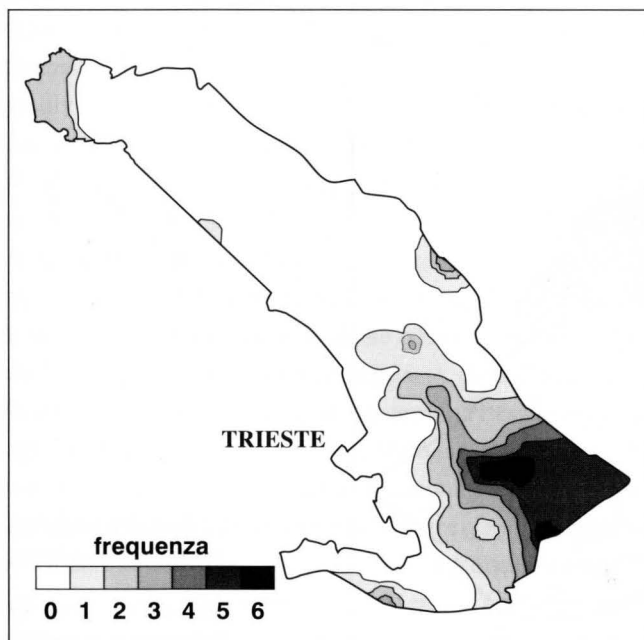



Fig. 11 - Carta della distribuzione di *Physcia biziana*.
- *Distribution map of* Physcia biziana.

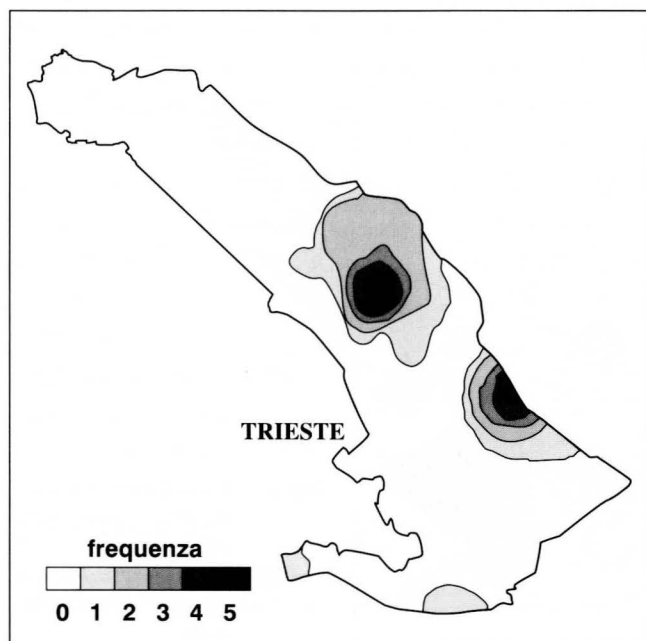



Fig. 12 - Carta della distribuzione di *Physcia aipolia*.
- *Distribution map of* Physcia aipolia.

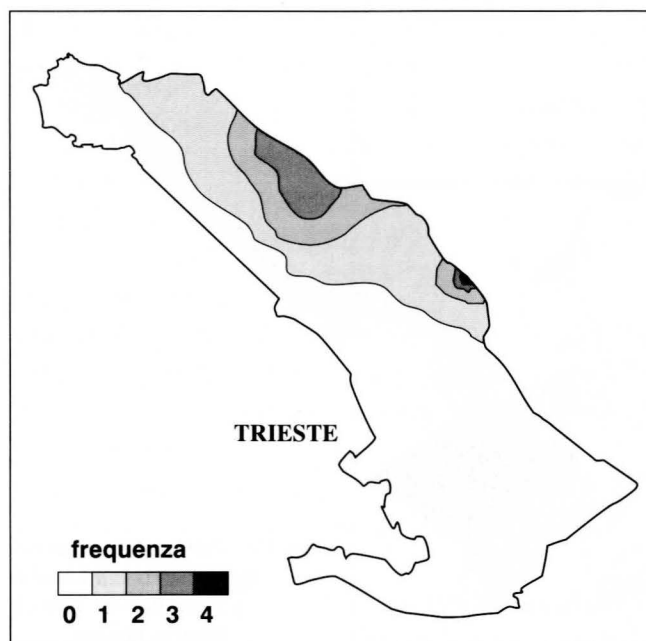



Fig. 13 - Carta della distribuzione di *Parmotrema chinense*.
- *Distribution map of* Parmotrema chinense.

della situazione. Una buona specie indicatrice non deve essere né troppo sensibile né troppo tollerante nei confronti delle sostanze esaminate, in quanto nel primo caso scomparirebbe subito, mentre nel secondo indicherebbe soltanto i fenomeni di disturbo più marcati. Questo fatto risulta evidente confrontando la carta della qualità dell'aria ottenuta con gli Indici di Purezza Atmosferica calcolati su tutte le specie licheniche (fig. 4) e le carte distribuzione delle singole specie (figg. 8-13): la migliore corrispondenza tra i due tipi di carte si ha nel caso di *Parmelia caperata* (fig. 9), una specie mediamente tollerante l'inquinamento atmosferico e l'eutrofizzazione, non legata a particolari condizioni climatiche ed ampiamente distribuita nell'area esaminata. *Hyperphyscia adglutinata* (fig. 10), *Physcia biziana* (fig. 11) e *Physcia aipolia* (fig. 12) sono invece specie troppo legate a situazioni di eutrofizzazione; *Parmelia sulcata* (fig. 8) risulta più tollerante di *P. caperata*, poiché è presente sporadicamente anche nelle zone dell'area urbana di Trieste più inquinate mentre *Parmotrema chinense* (fig. 13) è una specie troppo sensibile.

La fig. 14 mostra, rispettivamente, l'ordinamento delle specie (a) e quello delle stazioni (b), basati sui dati di tab. 1. Trattandosi di ordinamenti di tipo reciproco, le disposizioni dei punti-specie e dei punti-stazione nello spazio definito dalle prime due variabili canoniche sono direttamente comparabili.

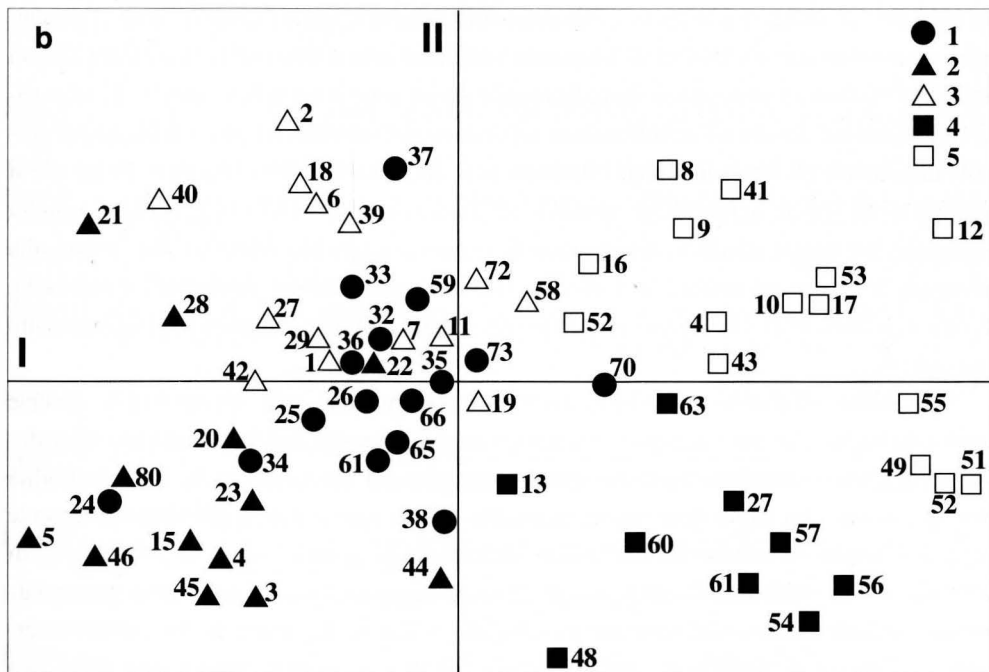
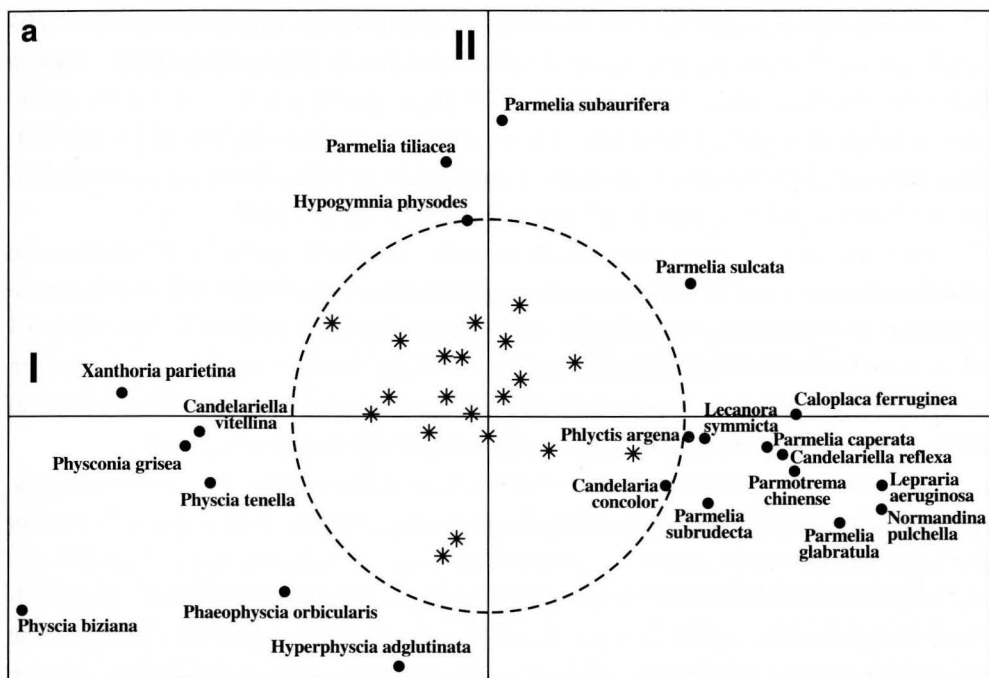
Nell'ordinamento delle specie (fig. 14 a) vengono evidenziate soltanto le specie con alte coordinate sulle prime due variabili (specie indicatrici). All'estremo negativo della prima componente principale si evidenziano specie nitrofitiche e tossitolleranti, legate alla vegetazione dello *Xanthorion parietinae*, quali *Xanthoria parietina*, *Physconia grisea*, *Candelariella vitellina*, *Physcia tenella*, *Ph. biziana*, *Phaeophyscia orbicularis*; all'estremo positivo si colloca invece un gruppo di specie più acidofitiche e decisamente non tolleranti una spiccata eutrofizzazione del substrato e fenomeni di inquinamento atmosferico, legate all'alleanza del *Parmelion caperatae*: *Parmelia caperata*, *Phlyctis argena*, *Normandina pulchella*, *Parmotrema chinense*, *Caloplaca ferruginea*, etc. Sulla prima componente principale le specie più nitrofitiche dello *Xanthorion parietinae* sono chiaramente separate dalle specie acidofitiche anitrofitiche delle comunità di *Parmelion*. La seconda componente principale separa invece, con coordinate positive, alcune specie acidofitiche, ma tossitolleranti, che sono presenti anche in aree inquinate, dove l'acidificazione secondaria delle scorze derivante dall'inquinamento da SO_2 determina l'esistenza di una nicchia secondaria: *Parmelia subaurifera*, *P. sulcata*, *P. tiliacea*, *Hypogymnia physodes*. Le specie con le maggiori coordinate negative sulla seconda variabile canonica sono *Phaeophyscia orbicularis* e *Hyperphyscia adglutinata*: si tratta di due licheni fortemente tossitolleranti e nitrofitici, che segnalano una accentuata eutrofizzazione dei substrati. La disposizione delle specie riflette un gradiente di sensibilità all'inquinamento atmosferico, a partire dalle tossitolleranti *Hyperphyscia adglutinata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia biziana*, passando per le specie acidofitiche

ma tossitolleranti rappresentate da *Hypogymnia physodes*, *Parmelia tiliacea*, *P. subaurifera*, *P. sulcata*, fino alle specie sensibili, quali *Parmelia caperata* ed alle più sensibili, *Parmotrema chinense*, *Normandina pulchella*, *Parmelia glabratula*.

L'ordinamento delle stazioni (fig. 14 b) mostra come i gruppi di stazioni 1, 2 e 3 siano disposti prevalentemente sul lato negativo della prima variabile canonica, mentre gruppi 4 e 5 hanno coordinate positive. In questo modo le stazioni disposte nella periferia di Trieste e in prossimità dei centri abitati vengono nettamente separate dalle stazioni disposte nelle aree dell'altipiano carsico meno antropizzate. Tale situazione può venir interpretata sulla base della disposizione delle specie indicatrici dell'ordinamento di fig. 14: in questo modo viene evidenziato il fatto che negli ambienti urbani, accanto ai fenomeni di inquinamento atmosferico da anidride solforosa, si verifica anche l'eutrofizzazione delle scorze degli alberi, che permette uno sviluppo più o meno rilevante di comunità nitrofitiche tossitolleranti.

Discussione

I risultati di questo lavoro hanno evidenziato una situazione ambientale molto diversificata nell'ambito del territorio della Provincia di Trieste: buona parte dell'altipiano carsico è caratterizzato da una situazione molto prossima alla naturalità, con moderati fenomeni di eutrofizzazione presso i centri abitati, mentre la conca di Trieste ed il comune di Muggia presentano una situazione fortemente compromessa, con uno scarso numero di specie. Questi risultati possono venir confrontati con quelli condotti da NIMIS (1985) per la città di Trieste; in questo studio sono state adottate metodologie diverse ma comparabili, in quanto i rilievi floristici sono stati effettuati secondo il metodo fitosociologico classico (BRAUN-BLANQUET, 1964). I risultati presentati da NIMIS (1985) sono in pieno accordo con quelli ottenuti in questo lavoro: il confronto tra le carte della qualità dell'aria presentate nei due lavori evidenzia che in alcune parti della periferia e della zona industriale di Trieste, per le quali NIMIS (1985) riportava la completa assenza di specie licheniche, sono attualmente presenti alcuni licheni. La ricolonizzazione delle zone urbane a partire dalle zone periferiche ad opera dei licheni viene interpretato dagli autori moderni come un'indicazione del miglioramento della qualità dell'aria.

Fig. 14 - Ordinamento reciproco delle specie (a) e delle stazioni (b), basato sui dati di tab.1. I simboli indicano i gruppi di stazioni, numerati come in tab. 1; le specie con bassi valori sui due assi non vengono specificate.
- *Reciprocal ordination of the species (a) and the stations (b), based on the data of tab. 1. Symbols refer to station groups, numbered as in tab. 1; species with low scores on either axes are not discrimined.*

La carta della qualità dell'aria presentata in questo lavoro dimostra notevoli affinità con la carta dell'inquinamento floristico della Provincia di Trieste realizzata da Poldini (1989; fig. 91) sulla base della percentuale delle specie fanerogamiche antropocore; questo tipo di carta evidenzia l'azione di rimaneggiamento ed alterazione dei biotopi legata all'attività antropica. Le informazioni derivanti da particolari organismi viventi permettono dunque di analizzare i diversi aspetti dell'antropizzazione di un territorio.

Lo sviluppo e la composizione delle comunità licheniche epifite nell'area di studio sono decisamente variabili: nelle zone urbane più interessate dai fenomeni di inquinamento si sviluppano comunità povere in specie, costituite da licheni tossitolleranti e nitrofitici; nei pressi dei centri abitati dell'altipiano carsico si trovano invece comunità nitrofitiche ben sviluppate, ricche in specie, mentre nelle aree meno antropizzate e più naturali sono presenti ricche comunità di specie acidofitiche e molto sensibili alle sostanze inquinanti.

L'analisi della distribuzione delle singole specie fornisce importanti informazioni riguardo alla loro sensibilità ai diversi fattori ambientali e permette di distinguere diversi tipi di comportamento delle specie. Le specie fortemente nitrofitiche, quali *Hyperphyscia adglutinata*, *Physcia biziana*, *Phaeophyscia orbicularis*, risultano generalmente molto tolleranti l'inquinamento atmosferico per cui sono presenti nelle zone più antropizzate, anche se con coperture piuttosto limitate; il loro massimo sviluppo si registra però nelle zone poco inquinate da gas fitotossici soggette a fenomeni di eutrofizzazione dovute alle attività antropiche. Le specie acidofitiche moderatamente tolleranti, quali *Parmelia sulcata* presentano distribuzioni con massimi di frequenza nelle aree non o poco antropizzate ma singoli individui riescono a svilupparsi sporadicamente anche nelle zone urbane inquinate, in particolari situazioni dovute all'acidificazione secondaria dei substrati ad opera degli agenti gassosi inquinanti; gli stessi inquinanti limitano però fortemente il loro sviluppo. Infine c'è il gruppo delle specie acidofitiche sensibili all'inquinamento atmosferico, quali *Parmelia caperata*; tra queste specie si distinguono le specie aeroigrofile suboceaniche, legate alla presenza di un'elevata umidità atmosferica, (*Parmotrema chinense*, *Normandina pulchella*, *Lobaria pulmonaria*), che rappresentano le specie più sensibili a situazioni di inquinamento atmosferico.

I risultati di questo studio indicano che la distribuzione delle specie e delle diverse comunità licheniche sono interpretabili sulla base dei fenomeni dell'inquinamento atmosferico e dell'eutrofizzazione legati all'attività antropica sul territorio; anche la disponibilità d'acqua assume un ruolo importante, in quanto alcune specie licheniche sono fortemente legate al grado di oceanicità climatica. Va comunque sottolineato che i fenomeni di eutrofizzazione derivanti da attività agricole non rappresentano un fenomeno particolarmente rilevante nel caso del territorio provinciale di Trieste, in contrasto con quanto osservato da Nimis et al. (1991) per l'intera pianura veneta, per quanto, come è stato detto, essi

siano di primaria importanza per spiegare le variazioni floristiche della vegetazione lichenica epifita.

Manoscritto pervenuto il 07.XI.1994.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.ssa Catia Campagnolo per l'assistenza durante la raccolta e l'elaborazione dei dati floristici ed il prof. Pier Luigi Nimis (Università di Trieste) per l'attenta revisione critica del lavoro. Il lavoro è stato commissionato dalla Provincia di Trieste al Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste.

Bibliografia

BRAUN-BLANQUET J., 1964 - Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd ed., *Springer*, Wien, New York, pp. 865.

CASTELLO M., NIMIS P.L., CEBULEZ E. & MOSCA R., 1994 - Air quality assessment by lichens as bioindicators of SO_2 and bioaccumulators of heavy metals in the province of Trieste. Atti convegno: Le piante e l'inquinamento dell'aria, Pisa 4 aprile 1994. *Int. J. Agr. Med.,* Special vol.: 233-243.

HERZIG R., LIEBENDÖRFER L. & URECH M., 1987 - Flechten als Bioindikatoren der Luftverschmutzung in der Schweiz: Methoden-Evaluation und Eichung mit wichtigen Luftschadstoffen. *VDI Berichte*, 609: 619-639.

LIEBENDÖRFER L., HERZIG R., URECH M. & AMMANN K., 1988 - Evaluation und Kalibrierung der Schweizer Flechten-Indikationsmethode mit wichtigen Luftschadstoffen. *Staub, Reinhaltung der Luft*, 48: 233-238.

NIMIS P.L., 1982 - The epiphytic lichen vegetation of the Trieste Province (North Eastern Italy). *Studia Geobotanica*, 2: 169-191.

NIMIS P.L., 1985 - Urban lichens studies in Italy. Ist: the town of Trieste. *Studia Geobotanica*, 5: 49-74.

NIMIS P.L., 1993 - The lichens of Italy. An annotated catalogue. Monografia XII, *Mus. Reg. Sc. Nat.*, Torino, pp. 897.

NIMIS P.L., CASTELLO M. & PEROTTI M., 1990 - Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy). *Lichenologist*, 22 (3): 333-344.

NIMIS P.L., CICCARELLI A., LAZZARIN G., BARGAGLI R., BENEDET A., CASTELLO M., GASPARO D., LAUSI D., OLIVIERI S. & TRETIACH M., 1989 - I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio-Thiene-Breganze (VI). *Boll. Mus. Civ. St. Nat.*, Verona, 16: 1-154.

NIMIS P.L. & DE FAVERI R., 1980 - Numerical classification of *Xanthorion* communities in North Eastern Italy. *Gortania*, 2: 91-110.

NIMIS P.L. & LOI E., 1981 - I licheni epifiti della Provincia di Trieste. *Gortania*, 3: 101-122.

NIMIS P.L. & LOI E., 1982 - Florula lichenica della Val Rosandra (Trieste). *Atti Museo Civ. St. Nat.*, Trieste, 34 (2): 55-84.

NIMIS P.L. & LOI E., 1984 - I licheni della dolina di Percedol (Carso Triestino). Studio fitogeografico. *Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 36 (1): 1-12.

NIMIS P.L. & LOSI L., 1983 - Lichens as phytoclimatical indicators in the Trieste Karst. *Gortania*, 5: 63-80.

POLDINI L., 1989 - La vegetazione del Carso isontino e triestino. *Lint*, Trieste, pp. 315.

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17 (1995)	79-105	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. Codogno, M.V. Di Montegnacco

STUDIO BRIOGEOGRAFICO DELL'ALTA VALLE DEL TORRE (PREALPI GIULIE) *

BRYOGEOGRAPHICAL STUDY OF THE UPPER TORRE VALLEY (JULIAN PRE-ALPS)

Riassunto breve - Vengono riportate 121 specie di briofite per l'alta valle del Torre. I seguenti 10 taxa risultano nuovi per il Friuli-Venezia Giulia: *Bryum klinggraeffii*, *Bryum rubens*, *Campylopus pyriformis*, *Eurhynchium meridionale*, *Plagiothecium denticulatum* var. *obtusifolium*, *Plagiothecium succulentum*, *Rhodobryum ontariense*, *Tortella humilis*, *Fissidens limbatus* var. *bambergeri*, *Fissidens viridulus*. La presenza delle ultime tre specie va verificata in quanto mancavano individui fertili nei campioni. Vengono discusse le affinità fitogeografiche di tale florula. Le caratteristiche corologiche delle briofite vengono confrontate con quelle dei licheni che vivono nella medesima area.
Parole chiave: Briofite, Fitogeografia, Flora, Oceanicità, Prealpi Giulie.

Abstract - *121 species of bryophytes are reported from the upper Torre Valley. Ten taxa are new for Friuli-Venezia Giulia:* Bryum klinggraeffii, Bryum rubens, Campylopus pyriformis, Eurhynchium meridionale, Plagiothecium denticulatum *var.* obtusifolium, Plagiothecium succulentum, Rhodobryum ontariense, Tortella humilis, Fissidens limbatus *var.* bambergeri, Fissidens viridulus. *The occurrence of the last three species needs to be verified because reproductive structures have not been observed. The phytogeographycal affinities of this flora are discussed and compared with those of the lichens that grow in the same area.*
Key words: *Bryophytes, Phytogeography, Flora, Oceanicity, Julian pre-Alps.*

Introduzione

Nell'ambito della zona climatica temperata, il grado di oceanicità del clima è determinato sia dalla variazione annua della temperatura sia dall'ammontare delle precipitazioni atmosferiche. Se nell'anno le variazioni della temperatura rispetto alla media sono piccole e le precipitazioni totali sono elevate il clima viene definito oceanico. Su questa base vari autori hanno tentato di quantificare il grado di oceanicità dei climi proponendo diversi "in-

* Lavoro eseguito nell'ambito delle convenzioni stipulate fra il Comune di Udine - Museo Friulano di Storia Naturale e l'Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Biologia applicata alla Difesa delle Piante e fra quest'ultima ed il Comune di Lusevera con contributi del Comune di Udine e M.U.R.S.T. 60%, resp. dr. M. Codogno.

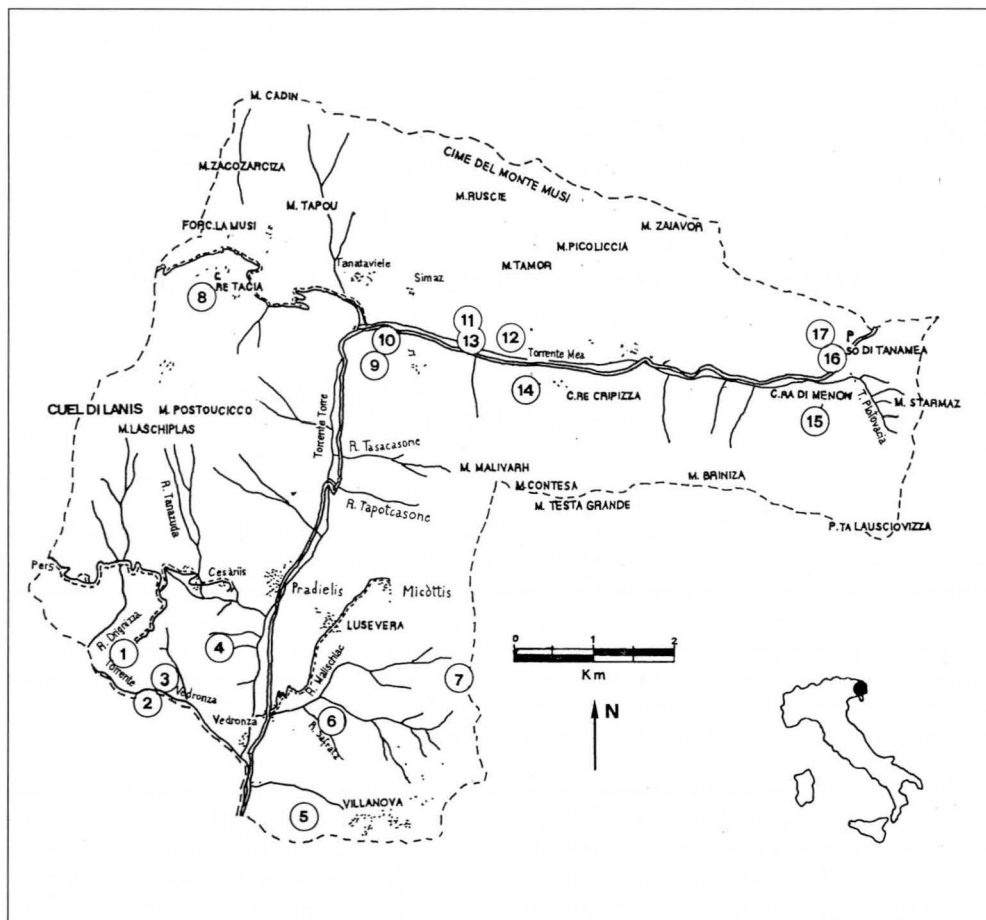



Fig. 1 - Cartina dell'area di studio. Stazioni numerate come in Appendice.
- *Map of the study area. Stations numbered as in Appendix.*

dici di igrotermia". Quello introdotto da AMANN (1929), utilizzato per la prima volta nello studio della distribuzione delle specie atlantiche nelle Alpi, si calcola nel seguente modo:

$$H = \frac{PxT}{t_c - t_f}$$

dove:

P= precipitazione annua [cm]
T= temperatura media annua [°C]
t_c= temperatura media del mese più caldo [°C]
t_f= temperatura media del mese più freddo [°C]

Tale indice, oltre ad essere facilmente calcolabile, ha il vantaggio di possedere un significato biogeografico. Infatti è stata riscontrata una stretta correlazione fra il numero di specie di briofite oceaniche presenti in un'area ed il valore di questo indice. Secondo PROCTOR (1960) molte briofite atlantiche iniziano a comparire quando H è superiore a 60-70, mentre con valori maggiori di 100 si cominciano a trovare le specie più strettamente oceaniche.

L'alta valle del Torre è una delle zone più piovose d'Europa. L'indice di AMANN (1929) per Vedronza (unica stazione meteorologica presente nell'alta valle del Torre per cui sono disponibili dati termici) è pari a:

$$H = (251,9x9,1)/[18,2-(-0,9)] = 120$$

e quindi, in base alle considerazioni di PROCTOR (1960), la brioflora di quest'area dovrebbe presentare un elevato grado di affinità oceanica.

Scopo del presente lavoro è quello di fornire un primo contributo alla conoscenza della brioflora delle Prealpi Giulie, settore ancora imperfettamente indagato da questo punto di vista, e di verificare il valore predittivo dell'indice igrotermico di AMANN (1929) circa l'affinità oceanica delle briofite presenti.

Area di studio

La zona in esame ha una superficie di circa 54 km^2 e comprende l'area dell'Alta Valle del Torre (fig. 1). Le catene del Cuel di Lanis (m 1629) e del Gran Monte (m 1636) dividono tale zona in due parti, una settentrionale montuosa e l'altra meridionale collinare.

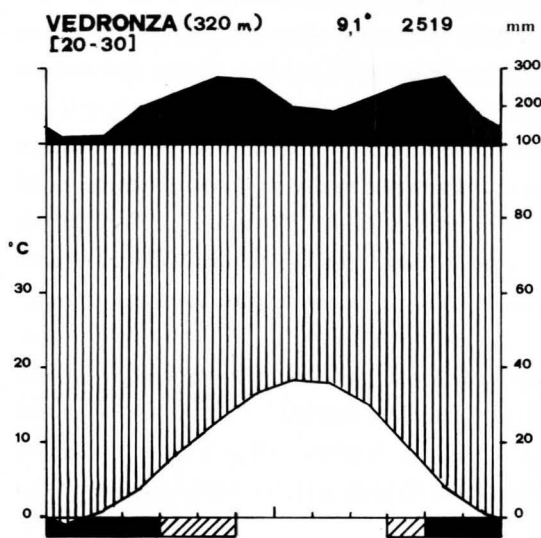



Fig. 2 - Climadiagramma di Vedronza secondo GENTILLI (1964).
- *Climatic diagram of Vedronza according to GENTILLI (1964).*

Dal punto di vista geolitologico l'area in questione è calcareo-dolomitica eccetto che nella parte meridionale dove è costituita da flysch marnoso-arenaceo e calcarenitico.

La fig. 2 riporta il climadiagramma di Vedronza costruito in base ai dati pluviotermici riportati in GENTILLI (1964). Da tale diagramma emerge che il clima della zona è di tipo temperato-freddo-perumido. Da novembre a marzo si verificano sempre delle gelate e queste possono aver luogo anche fino a maggio oppure in ottobre. Le precipitazioni sono in ogni mese superiori a mm 100 con due massimi: uno a fine primavera e l'altro in autunno. I minimi valori di piovosità si verificano in febbraio (minimo assoluto) ed in luglio. La nevosità è modesta ed in genere presenta valori inferiori alla metà di quelli registrati nella zona alpina (GENTILLI, 1964). Infatti è noto che il Passo di Tanamea fra la zona prealpina ed alpina costituisce una soglia climatica, varcata la quale le precipitazioni nevose invernali sono manifestamente più cospicue.

La flora fanerogamica della zona è stata studiata da ČERNIC et al. (1966), ČERNIC (1971) e MAINARDIS & SIMONETTI (1991) e quella lichenica da CASTELLO et al. (1990) e TRETIACH & CASTELLO (1993). Sono disponibili inoltre numerosi dati vegetazionali relativi alla destra orografica del corso Mea-Torre (ČERNIC, 1971 - Catena del Monte Musi - e PAIERO et al., 1975 - zona a sud della Forcella Musi). Per la sinistra orografica esistono in letteratura solo alcuni dati relativi al versante settentrionale del Gran Monte (POLDINI & NARDINI, 1993). È degna di nota pure la carta dei tipi strutturali di vegetazione dell'alta valle del Torre redatta da STERGULC (1988).

Secondo la suddivisione fitogeografica proposta da POLDINI (1987) per il Friuli-Venezia Giulia, la parte dell'area indagata situata a sud della Catena Cuel di Lanis - Gran Monte, appartiene chiaramente al sistema esojulico per la presenza di un complesso di specie vegetali illirico-prealpino, mentre la parte a nord della linea orografica succitata costituisce un termine di passaggio verso il sistema endojulico in quanto accanto a specie tipicamente prealpine, cominciano a comparire alcune specie a carattere endalpico.

Dal punto di vista vegetazionale, i versanti meridionali del Monte Musi e della catena Cuel di Lanis - Gran Monte sono caratterizzati dal prevalere di vegetazione arbustiva ed erbacea, con *Pinus nigra* come unica specie arborea di rilievo (STERGULC, 1988). Su tali versanti la faggeta è solo sporadicamente presente tranne che sul Monte Musi ad oriente della Cima Zaiavor dove si sviluppa un bosco ascrivibile all'associazione *Anemono trifoliae-Fagetum* (ČERNIC, 1971).

I versanti settentrionali sono invece coperti da densi popolamenti arborei di faggio, che sul Gran Monte costituiscono una formazione particolare ascrivibile alla subassociazione *Dentario pentaphylli-Fagetum lunarietosum* (POLDINI & NARDINI, 1993). La parte collinare meridionale dell'area è caratterizzata da boschi misti di acero e tiglio, prati falciati e coltivi (PAIERO et al., 1975).

Dati e metodi

Sono stati raccolti campioni di briofite su substrati diversi in 17 stazioni distribuite più o meno omogeneamente nell'area di studio (fig. 1). Le caratteristiche principali delle stazioni sono riassunte in Appendice.

Nell'analisi fitogeografica, i taxa sono stati classificati nei seguenti sette gruppi corologici principali in base alle diagnosi di areale di DÜLL (1983, 1984, 1985):

1. subartico-alpino (*subarct-alp*)
2. boreale (*bor*)
3. subboreale (*subbor*)
4. temperato (*temp*)
5. submediterraneo (*submed*)
6. oceanico (*oc/suboc*): a questo gruppo sono state attribuite tutte le specie oceaniche, suboceaniche e quelle con distribuzione europea occidentale
7. submediterraneo-oceanico (*submed-oc*)

Per individuare gruppi di siti con affinità briogeografiche simili è stata eseguita una classificazione automatica delle 17 stazioni basata sulla matrice dei loro spettri corologici. In questa elaborazione è stato impiegato il metodo della minima varianza (ORLÓCI, 1978).

La nomenclatura delle epatiche segue DÜLL (1983) mentre quella dei muschi segue CORTINI PEDROTTI (1992).

Lista floristica

Anche se sicuramente incompleta, la seguente lista floristica può costituire una base sufficiente per considerazioni di carattere briogeografico. Sono stati riscontrati in tutto 121 taxa di briofite, dei quali 19 di epatiche e 102 di muschi. Per ognuno di essi vengono riportati il gruppo corologico di appartenenza (secondo DÜLL, 1983, 1984, 1985) e l'elenco delle stazioni di ritrovamento (v. fig. 1) con indicato quasi sempre il tipo di substrato.

Il significato delle abbreviazioni impiegate nell'indicazione dei gruppi corologici è il seguente:

alp alpino
bor boreale
dealp dealpinizzato
med mediterraneo
mont montano
n. settentrionale
oc oceanico
subalp subalpino
subarc subartico
subbor subboreale
subkont subcontinentale
submed submediterraneo
suboc suboceanico
temp temperato
w. occidentale

EPATICHE

Calypogeia trichomanis (L. em. K.Müll.) Corda in Opiz
subbor-mont
8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 14: suolo. 15: suolo alla base di tronco.

Cololejeunea calcarea (Libert) Schiffn.
suboc-mont
14: roccia coperta da terra.

Conocephalum conicum (L.) Lindb.
subbor-mont
6: roccia inclinata. 8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 15: roccia inclinata, terra su roccia subverticale.

Frullania dilatata (L.) Dum.
temp
7: corteccia. 16.

Jungermannia atrovirens Dum.
w.temp-mont
8: roccia orizzontale. 15: roccia verticale.

Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb. em. Buch
suboc-mont
9: roccia coperta da terra. 14: corteccia. 15: scarpata di terra.

Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dum.
temp
1: legno marcio, corteccia, scarpata di terra. 4: corteccia, legno marcio. 7: corteccia. 8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 9: roccia verticale coperta da terra. 11.

Lophozia collaris (Nees in Mart.) Dum.
bor-mont
3: scarpata di terra. 8: roccia orizzontale.

Lophozia turbinata (Raddi) Steph.
suboc-med
3: suolo molto umido su roccia verticale con ruscellamento.

Marchantia polymorpha L. em. Burgeff
temp
8: roccia orizzontale.

Metzgeria conjugata Lindb.
suboc-mont
8: legno marcio. 9: legno. 10: roccia subverticale coperta da terra. 14: corteccia, terra appesa su radichette, roccia coperta da terra, suolo. 15: roccia verticale, suolo alla base di tronco, terra su legno marcio.

I campioni esaminati sono stati attribuiti a questa specie e non a *M. furcata* per la presenza dei

seguenti caratteri: tallo largo fino a 2 mm, cellule lunghe fino a 65 µm e nervatura con quattro strati ben sviluppati di cellule interne. La disposizione dei peli lungo il bordo del tallo (per lo più appaiati in *M. conjugata* e singoli in *M. furcata* secondo la chiave di determinazione di SMITH, 1990) conferma l'appartenenza dei campioni esaminati a *M. conjugata.*

Metzgeria furcata (L.) Dum.
w.temp
5: legno marcio, suolo alla base di tronco. 9: tronco marcio coperto da terra. 14: corteccia. 15: scarpata di terra.

Plagiochila porelloides (Torrey ex Nees) Lindenb.
subbor-mont
5: corteccia (base), legno marcio, roccia, suolo e scarpata di terra alla base di tronco. 6: roccia verticale. 8: legno marcio, roccia verticale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 9: roccia inclinata o verticale, tronco marcio coperto da terra. 10: roccia subverticale più o meno coperta da terra. 14: corteccia, terra appesa su radichette, roccia più o meno coperta da terra, suolo. 15: roccia verticale, suolo inclinato, terra su legno marcio. 16. 17.

P. porelloides e *P. asplenioides* si presentano con habitus simile e differiscono unicamente per le dimensioni (*P. porelloides* è di dimensioni minori). Secondo MÜLLER e HERZOG (1957) le forme meso- ed igrofitiche più grandi (*P. asplenioides* var. *maior*) e quelle xerofitiche più piccole (*P. aspleniodes* var. *minor* = *P. porelloides*) sono membri della stessa specie. L'esistenza di piante di dimesioni intermedie ha spinto pure SCHUSTER (1980) a trattare questi due taxa come sottospecie di un'unica specie. Siccome le differenze nelle dimensioni si mantengono costanti anche in coltura, nella presente trattazione *P. porelloides* viene considerata specie a sè stante come indicato da SMITH (1990) e FRAHM e FREY (1992).

Porella platyphylla (L.) Pfeiff.
w.temp
5: suolo inclinato.

Preissia quadrata (Scop.) Nees
bor-dealp
3: roccia verticale coperta da terra. 11. 14: roccia coperta da terra, suolo.

Radula complanata (L.) Dum.
w.temp
1: corteccia. 3: corteccia. 5: corteccia, legno marcio. 6: corteccia. 9: roccia verticale. 10: roccia inclinata, corteccia, terra. 12. 14: corteccia.

Radula lindbergiana Gott. ex C.Hartm.
w.submed-mont
14: corteccia.

Questa specie si distingue dalla precedente unicamente per il fatto di essere dioica; la determinazione è possibile quindi solo su materiale fertile. La presenza o assenza di anteridi associati a foglioline sacciformi alla base del perianzio è l'unico carattere discriminante fra le due specie. Fra i campioni fertili di *Radula* raccolti, solamente uno non presentava le brattee sacciformi sopra menzionate.

Scapania aspera H.Bernet
n.suboc-mont
10: roccia inclinata. 14: roccia coperta da terra.

Tritomaria exsecta (Schmid. ex Schrad.) Sciffn. ex Loeske
w.temp-mont
14: corteccia.

La corretta determinazione del campione raccolto è stata possibile grazie ai propaguli vegetativi bicellulari di forma ovale all'apice dei lobi delle foglioline.

MUSCHI

Amblystegium saxatile Schimp.
temp
16.

Amblystegium serpens (Hedw.) B.S.G.
temp
3: scarpata di terra. 7: suolo. 10: roccia verticale. 12.

Amblystegium varium (Hedw.) Lindb.
temp
12.

Anomobryum julaceum (Gärtn., Meyer et Scherb.) Schimp.
var. *concinnatum* (Spruce) Zett.
subarc-alp
17: terra su calcare.

La stazione in cui è stato raccolto il campione è una faggeta posta in prossimità di una sorgente. Questa specie è stata ritrovata più volte sulle Alpi Giulie (Pavletić, 1955) su roccia calcarea coperta da humus.

Anomodon attenuatus (Hedw.) Hüb.
subkont(-mont)
6: roccia inclinata ed orizzontale. 9: roccia verticale.

Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. et Tayl.
temp
1: corteccia. 6: roccia verticale. 17: roccia calcarea.

Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv.
temp
1: suolo. 4: roccia. 7: scarpata di terra alla base di tronco.

Barbula convoluta Hedw.
temp
8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 14: roccia coperta da terra.

Barbula crocea (Brid.) Web. et Mohr
suboc-dealp
13. 14: suolo.

Barbula unguiculata Hedw.
temp
3: roccia coperta da poca terra. 14: roccia coperta da terra.

I campioni raccolti sono stati attribuiti a questa specie, che può esser confusa con *B. convoluta*, per la costante presenza di foglioline con margine chiaramente revoluto e con nervatura che si prolunga in un mucrone manifesto.

Bartramia pomiformis Hedw.
bor(-mont)
5: scarpata di terra alla base di tronco.

Brachythecium glareosum (Spruce) B.S.G.
subbor(-mont)
10: roccia inclinata e verticale. 15: roccia verticale. 16.

Brachythecium plumosum (Hedw.) B.S.G.
n.suboc
4: roccia (flysch).

Brachythecium populeum (Hedw.) B.S.G.
temp
1: corteccia. 2: legno. 4: corteccia, roccia. 5: roccia. 6: corteccia, roccia inclinata, orizzontale e verticale. 7: suolo. 11. 12. 15: roccia. 16.

Brachythecium rutabulum (Hedw.) B.S.G.
temp
1: corteccia, suolo. 2: corteccia. 4: corteccia. 5: roccia, suolo alla base di tronco. 7: corteccia, suolo, scarpata di terra verticale alla base di tronco. 8: roccia inclinata. 11. 12. 15: roccia inclinata più o meno coperta da terra, suolo inclinato.

Brachythecium velutinum (Hedw.) B.S.G.
temp
2. 4: roccia. 6: corteccia, roccia inclinata. 8: roccia orizzontale. 9: roccia inclinata o verticale. 11. 12. 15: roccia inclinata coperta da terra, suolo inclinato. 16.

Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) Chen
temp-mont
3: roccia con varia inclinazione coperta da suolo.

Bryum argenteum Hedw.
temp
3: terra ghiaiosa. 14: roccia più o meno coperta da terra.

Bryum caespiticium Hedw.
temp
13: terra ghiaiosa.

Bryum capillare Hedw.
temp
1: roccia. 3: roccia. 5: legno marcio. 8: roccia orizzontale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 9: roccia verticale. 10: roccia verticale con terra. 14: roccia coperta da terra, suolo, terra appesa su radichette. 15: roccia, suolo inclinato, terra su legno marcio. 17: suolo.

Bryum cfr. *creberrimum* Tayl.
bor
8. 12. 14: terra appesa su radichette.

B. creberrimum si distingue da *B. pallescens* solamente per le dimensioni delle spore (diametro di 10-14 μm invece di 20 μm). In mancanza degli sporogoni i campioni raccolti sono stati attribuiti con riserva a *B. creberrimum* per il tipo di substrato; infatti *B. pallescens* predilige stazioni su roccia bagnata o sabbia umida.

Bryum imbricatum (Schwaegr.) Bruch et Schimp.
temp
10: superficie verticale di pietra.

Bryum klinggraeffii Schimp. ex Klinggr.
suboc
14: roccia.

Questa specie appartiene assieme alla seguente al gruppo di *B. atrovirens* (= *B. erythrocarpum*). Tutte le specie appartenenti a questo gruppo sono caratterizzate dal possedere propaguli rizoidali di varia dimensione e colore (caratteri questi di valore diagnostico all'interno del gruppo). Sia *B. klinggraeffii* che *B. rubens* possiedono propaguli di color rosso, però quelli della prima specie sono notevolmente più piccoli (con diametro inferiore a 100 μm). Questa specie e la seguente vengono segnalate per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia.

Bryum rubens Mitt.
temp
1: roccia. 3: roccia coperta da poca terra. 10: roccia verticale.

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske
temp
5: roccia. 7: corteccia, suolo. 11: suolo.

Campylium calcareum Crundw. et Nyh.
suboc
2. 3: roccia più o meno coperta da terra. 10: roccia verticale più o meno coperta da terra. 11: suolo. 14: corteccia, roccia, terra appesa su radichette. 15: terra su legno marcio.

Campylium chrysophyllum (Brid.) J.Lange
bor
3: corteccia, suolo su roccia in massima parte orizzontale. 5: roccia. 11: suolo. 12. 13: terra ghiaiosa. 17.

Campylopus pyriformis (K.F.Schultz) Brid.
suboc
4: legno marcio.

Questa specie, nuova per il Friuli-Venezia Giulia, è stata raccolta su legno marcio in una stazione contraddistinta dalla presenza di varie specie oceaniche (Monte Clabagnavizza).

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce
temp

3: roccia verticale con scorrimento di acqua. 12. 16.

I campioni raccolti variano molto nell'aspetto e nelle dimensioni (piante robuste nella stazione 3 e decisamente più piccole nelle altre due), tanto da sembrare appartenenti a specie diverse.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
temp
1: suolo. 2. 3: corteccia, scarpata di terra verticale. 4: roccia. 5: legno marcio, roccia. 6: roccia in parte verticale. 8: roccia inclinata e verticale. 9: roccia inclinata e verticale. 10: roccia inclinata e verticale coperta più o meno da terra. 11. 12. 14: corteccia, roccia più o meno coperta da terra, suolo, terra appesa su radichette. 15: roccia con varia inclinazione più o meno coperta da terra, suolo da inclinato a subverticale. 16. 17: terra su calcare.

Dichodontium pellucidum (Hedw.) Schimp.
bor-mont
6: roccia verticale.

Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp.
temp
8: scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio.

Dicranella cfr. *humilis* Ruthe
bor
1: roccia. 16.

Questa specie è molto simile a *D. rufescens*; la differenza sostanziale fra queste due specie riguarda lo sporogonio e precisamente la capsula (eretta in *D. rufescens* ed inclinata in *D. humilis*). I campioni raccolti sono sterili, per cui non è stata possibile una loro definitiva determinazione. Essi sono stati attribuiti con riserva a *D. humilis* e non a *D. rufescens* in quanto la prima è una specie calcifila mentre la seconda è calcifuga.

Dicranella varia (Hedw.) Schimp.
temp
13. 14: roccia coperta da terra.

Dicranum scoparium Hedw.
subbor
8: roccia orizzontale coperta da terra.

Didymodon ferrugineus (Schimp. ex Besch.) M.Hill
temp-mont
10: roccia verticale.

Didymodon rigidulus Hedw.
temp
10: roccia verticale.

Didymodon spadiceus (Mitt.) Limpr.
temp-mont
5: roccia. 8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 12. 14: roccia coperta da terra.

I campioni poco sviluppati sono stati attribuiti a questa specie e non a *D. fallax*, molto simile, per la presenza nella sezione trasversale della nervatura di numerose cellule a lume largo.

Bryum cfr. *creberrimum* Tayl.
bor
8. 12. 14: terra appesa su radichette.

B. creberrimum si distingue da *B. pallescens* solamente per le dimensioni delle spore (diametro di 10-14 μm invece di 20 μm). In mancanza degli sporogoni i campioni raccolti sono stati attribuiti con riserva a *B. creberrimum* per il tipo di substrato; infatti *B. pallescens* predilige stazioni su roccia bagnata o sabbia umida.

Bryum imbricatum (Schwaegr.) Bruch et Schimp.
temp
10: superficie verticale di pietra.

Bryum klinggraeffii Schimp. ex Klinggr.
suboc
14: roccia.

Questa specie appartiene assieme alla seguente al gruppo di *B. atrovirens* (= *B. erythrocarpum*). Tutte le specie appartenenti a questo gruppo sono caratterizzate dal possedere propaguli rizoidali di varia dimensione e colore (caratteri questi di valore diagnostico all'interno del gruppo). Sia *B. klinggraeffii* che *B. rubens* possiedono propaguli di color rosso, però quelli della prima specie sono notevolmente più piccoli (con diametro inferiore a 100 μm). Questa specie e la seguente vengono segnalate per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia.

Bryum rubens Mitt.
temp
1: roccia. 3: roccia coperta da poca terra. 10: roccia verticale.

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske
temp
5: roccia. 7: corteccia, suolo. 11: suolo.

Campylium calcareum Crundw. et Nyh.
suboc
2. 3: roccia più o meno coperta da terra. 10: roccia verticale più o meno coperta da terra. 11: suolo. 14: corteccia, roccia, terra appesa su radichette. 15: terra su legno marcio.

Campylium chrysophyllum (Brid.) J.Lange
bor
3: corteccia, suolo su roccia in massima parte orizzontale. 5: roccia. 11: suolo. 12. 13: terra ghiaiosa. 17.

Campylopus pyriformis (K.F.Schultz) Brid.
suboc
4: legno marcio.

Questa specie, nuova per il Friuli-Venezia Giulia, è stata raccolta su legno marcio in una stazione contraddistinta dalla presenza di varie specie oceaniche (Monte Clabagnavizza).

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce
temp

3: roccia verticale con scorrimento di acqua. 12. 16.

I campioni raccolti variano molto nell'aspetto e nelle dimensioni (piante robuste nella stazione 3 e decisamente più piccole nelle altre due), tanto da sembrare appartenenti a specie diverse.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
temp
1: suolo. 2. 3: corteccia, scarpata di terra verticale. 4: roccia. 5: legno marcio, roccia. 6: roccia in parte verticale. 8: roccia inclinata e verticale. 9: roccia inclinata e verticale. 10: roccia inclinata e verticale coperta più o meno da terra. 11. 12. 14: corteccia, roccia più o meno coperta da terra, suolo, terra appesa su radichette. 15: roccia con varia inclinazione più o meno coperta da terra, suolo da inclinato a subverticale. 16. 17: terra su calcare.

Dichodontium pellucidum (Hedw.) Schimp.
bor-mont
6: roccia verticale.

Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp.
temp
8: scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio.

Dicranella cfr. *humilis* Ruthe
bor
1: roccia. 16.

Questa specie è molto simile a *D. rufescens*; la differenza sostanziale fra queste due specie riguarda lo sporogonio e precisamente la capsula (eretta in *D. rufescens* ed inclinata in *D. humilis*). I campioni raccolti sono sterili, per cui non è stata possibile una loro definitiva determinazione. Essi sono stati attribuiti con riserva a *D. humilis* e non a *D. rufescens* in quanto la prima è una specie calcifila mentre la seconda è calcifuga.

Dicranella varia (Hedw.) Schimp.
temp
13. 14: roccia coperta da terra.

Dicranum scoparium Hedw.
subbor
8: roccia orizzontale coperta da terra.

Didymodon ferrugineus (Schimp. ex Besch.) M.Hill
temp-mont
10: roccia verticale.

Didymodon rigidulus Hedw.
temp
10: roccia verticale.

Didymodon spadiceus (Mitt.) Limpr.
temp-mont
5: roccia. 8: scarpata di terra alla base di tronco marcio. 12. 14: roccia coperta da terra.

I campioni poco sviluppati sono stati attribuiti a questa specie e non a *D. fallax*, molto simile, per la presenza nella sezione trasversale della nervatura di numerose cellule a lume largo.

Didymodon vinealis (Brid.) Zander
submed
3: roccia.

Ditrichum flexicaule (Schwaegr.) Hampe
subbor(-mont)
11. 13: terra ghiaiosa. 14: roccia coperta da terra.

Encalypta streptocarpa Hedw.
subbor(-mont)
3: roccia coperta da poca terra. 5. 8: roccia orizzontale. 10: roccia verticale. 14: roccia più o meno coperta da terra, suolo. 15: roccia verticale. 16. 17.

Entodon concinnus (De Not.) Par.
n.suboc(-mont)
10: roccia verticale.

Eucladium verticillatum (Brid.) B.S.G.
submed(-mont)
3: roccia subverticale coperta da terra.

Eurhynchium hians (Hedw.) Sande Lac.
temp
2. 3: corteccia, roccia, scarpata di terra verticale. 5: roccia. 6: corteccia, roccia inclinata. 7: corteccia, roccia, suolo. 10: roccia verticale con terra. 11. 12. 14: roccia. 15: roccia inclinata o verticale più o meno coperta da terra.

Eurhynchium meridionale (B.S.G.) De Not.
suboc-med
14: terra appesa su radichette.

Questa specie, segnalata per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia ma già nota per le regioni limitrofe (Sauli, 1976; Cortini Pedrotti, 1992), si differenzia da *E. striatum* per le cellule angolari quadrate alla base delle foglioline.

Eurhynchium pulchellum (Hedw.) Jenn.
subbor-mont
5. 6: roccia orizzontale. 15: roccia verticale, suolo inclinato.

Eurhynchium schleicheri (Hedw.f.) Jur.
submed-suboc
1: corteccia, suolo. 8: roccia orizzontale coperta da terra.

Eurhynchium striatulum (Spruce) B.S.G.
submed-suboc-mont/dealp
5: roccia. 6: roccia orizzontale. 8: roccia verticale e a strapiombo. 9: roccia inclinata.

Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.
suboc
5: roccia. 6: corteccia, legno. 9: roccia verticale coperta da terra. 10: roccia subverticale coperta da terra. 12. 15: roccia inclinata coperta da terra, suolo inclinato o subverticale, terra su legno marcio.

Fissidens dubius P.Beauv.
temp-mont
1: roccia. 2. 3: corteccia, legno marcio, roccia più o meno coperta da terra. 4: roccia. 5: legno marcio, roccia. 6: roccia da inclinata a verticale. 8: roccia verticale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 9: legno, roccia verticale. 10: roccia verticale più o meno coperta da terra. 11: suolo. 13: terra ghiaiosa. 14: corteccia, roccia più o meno coperta da terra, suolo, terra appesa su radichette. 15: roccia in parte verticale, suolo, terra su legno marcio. 16. 17.

Fissidens cfr. *limbatus* Sull.
var. *bambergeri* (Schimp. ex Milde) Düll
suboc-med
3: terra su roccia.

Questa varietà viene segnalata per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia. Va però sottolineato che il materiale di *Fissidens* appartenente alla sezione *Bryoideum* esaminato ed attribuito a *F. limbatus* var. *bambergeri* e *F. viridulus* era completamente sterile. SMITH (1978) sottolinea che l'unico carattere sicuro per distingure *F. incurvus* da *F. viridulus* (questo autore considera il taxon in oggetto una varietà nell'ambito di *F. viridulus* in quanto ritiene che non esista una netta separazione di caratteri) è costituito dalla direzione della capsula. Per tale motivo è impossibile escludere del tutto l'appartenenza di questi campioni a *F. incurvus*, specie già segnalata per il Friuli-Venezia Giulia. La determinazione è stata eseguita unicamente in base ai caratteri vegetativi citati da FRAHM e FREY (1992).

Fissidens osmundoides Hedw.
subarc-subalp
11: suolo.

Questa specie, che vive di solito in torbiere basse e su humus bagnato, è stata raccolta in località Valle dei Musi in una stazione umida nella quale *Scleropodium purum* costituisce un potente tappeto di tipo sfagnoide.

Fissidens taxifolius Hedw.
temp
1: roccia. 3: roccia coperta da terra. 7: suolo.

Fissidens cfr. *viridulus* (Sw.) Wahlenb.
submed
1: roccia.

Per questa specie rimane valida l'osservazione già fatta per *F. limbatus* var. *bambergeri*. *F. viridulus* viene segnalato per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia. Va però sottolineato che essa è già stata raccolta nella regione giulia al di fuori dei confini nazionali (SAULI, 1976).

Homalothecium sericeum (Hedw.) B.S.G.
temp
16.

Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn.
bor(-mont)
6: roccia verticale.

Hylocomium brevirostre (Brid.) B.S.G.
suboc-submed-mont
4: suolo.

Hypnum cupressiforme Hedw.
temp
1: corteccia, legno marcio. 3: corteccia, roccia più o meno coperta da terra. 4: corteccia, legno marcio. 5: corteccia, legno marcio, roccia, suolo alla base di tronco. 6: corteccia, roccia orizzontale. 7: corteccia, roccia. 9: legno marcio. 10: roccia da inclinata a subverticale più o meno coperta da terra, corteccia, terra. 11. 14: corteccia, roccia coperta da terra, terra appesa su radichette. 15: corteccia, roccia. 16. 17.

Hypnum cupressiforme Hedw.
subsp. *resupinatum* (Tayl. ex Spruce) Hartm.
oc
7: corteccia.

Isopterygiopsis muelleriana (Schimp.) Iwats.
suboc-mont
14: corteccia, roccia coperta da terra. 15: roccia inclinata coperta da terra, terra su legno marcio.

Isopterygiopsis pulchella (Hedw.) Iwats.
bor-mont
8: roccia orizzontale. 17.

Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov.
temp
5: legno marcio. 9: roccia coperta da terra. 10: roccia verticale. 14: corteccia, terra appesa a radichette, roccia.

Leskea polycarpa Hedw.
temp
12.

Mnium hornum Hedw.
n.suboc
8: scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 15: terra su roccia subverticale.

Mnium marginatum (With.) Brid. ex. P.Beauv.
suboc
8: roccia orizzontale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 14: roccia, terra appesa su radichette. 15: roccia di varia inclinazione più o meno coperta da terra, terra su legno marcio.

Mnium stellare Hedw.
bor-mont
9: tronco marcio coperto da terra. 15: roccia verticale.

Mnium thomsonii Schimp.
subarc-subalp
15: roccia verticale, suolo inclinato. 16.

Neckera complanata (Hedw.) Hüb.
temp
3: corteccia.

Neckera crispa Hedw.
temp-mont
3: corteccia, legno marcio. 5: corteccia, roccia. 8: roccia verticale e a strapiombo. 9: roccia verticale. 10: roccia verticale. 14: roccia più o meno coperta da terra. 17.

Oncophorus virens (Hedw.) Brid.
subarc-subalp
10: roccia verticale.

Orthothecium rufescens (Brid.) B.S.G.
bor-mont/dealp
3: roccia verticale coperta da terra molto umida per ruscellamento di acqua.

Palustriella commutata (Hedw.) Ochyra
temp
3: roccia verticale in parte coperta da terra con scorrimento di acqua.

Plagiobryum zieri (Hedw.) Lindb.
subarc-subalp/dealp
8: roccia orizzontale.

Plagiomnium affine (Bland.) T.Kop.
temp
2. 4: suolo. 5: roccia. 6: roccia orizzontale. 7: suolo. 9: roccia orizzontale coperta da terra. 11. 12. 14: terra su legno.

L'attribuzione di un campione a *P. affine* oppure a *P. rostratum* è immediata in presenza degli sporogoni. Per l'assenza di questi ultimi in tutti i campioni raccolti, sono stati utilizzati per la determinazione caratteri vegetativi delle foglioline quali il tipo di dentatura, l'entità delle punteggiature delle cellule, la variazione delle dimensioni delle cellule progredendo verso la nervatura.

Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T.Kop
subbor
1: corteccia, suolo. 6: legno. 11.

Plagiomnium rostratum (Schrad.) T.Kop.
temp
5: roccia. 6: roccia da inclinata a verticale. 7: corteccia. 8: roccia verticale. 10: roccia verticale. 11. 15: roccia.

Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.Kop.
temp
5: roccia. 6: roccia orizzontale coperta da terra. 15: roccia da inclinata a subverticale coperta da terra, suolo inclinato.

Plagiopus oederiana (Sw.) Crum et Anders.
bor-mont/dealp
14: roccia coperta da terra, terra appesa su radichette. 16.

Plagiothecium cavifolium (Brid.) Iwats.
bor(-mont)
8: roccia orizzontale. 11: lettiera. 17: lettiera, terra su calcare.

Plagiothecium denticulatum (Hedw.) B.S.G.
var. *obtusifolium* (Turn.) Moore
subarc-subalp
5 corteccia (base di tronco). 16.

Questa varietà, che si distingue dalla forma tipica per il caratteristico aspetto delle foglioline (l'apice è ottuso), cresce di solito su massi oppure in fessure di roccia nelle regioni montane. La segnalazione di questa varietà è nuova per il Friuli-Venezia Giulia.

Plagiothecium laetum B.S.G.
bor
4: corteccia, suolo inclinato. 17: suolo.

Plagiothecium nemorale (Mitt.) Jäggli
temp
1: corteccia. 5: legno marcio, scarpata di terra verticale alla base di tronco. 6: legno (base di tronco). 8: legno marcio, roccia orizzontale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 9: roccia verticale coperta da terra. 10: roccia subverticale coperta da terra. 11: suolo. 14: suolo, terra appesa su radichette. 15: roccia da inclinata a verticale più o meno coperta da terra, suolo, scarpata di terra alla base di tronco, terra su legno marcio. 16. 17: suolo.

Plagiothecium succulentum (Wils.) Lindb.
n.suboc
1: suolo di varia inclinazione. 4: corteccia.

Questa specie è molto variabile sia nelle dimensioni che nel colore. Essa è macroscopicamente indistinguibile da *P. nemorale*, mentre la distinzione è chiara microscopicamente per la maggior lunghezza delle cellule delle foglioline (in gran parte superiore a 140 μm). Tale specie viene segnalata per la prima volta per il Friuli-Venezia Giulia.

Pohlia cruda (Hedw.) Lindb.
temp-mont
8: roccia orizzontale.

Polytrichum formosum Hedw.
temp
1: suolo. 4: suolo. 5: roccia, scarpata di terra alla base di tronco. 7: scarpata di terra verticale alla base di tronco. 8: roccia orizzontale, scarpata di terra verticale alla base di tronco marcio. 9: tronco marcio coperto da terra. 14: suolo, terra appesa su radichette. 15: suolo alla base di tronco, suolo inclinato. 17.

Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyh.
bor-mont
16.

Pterigynandrum filiforme Hedw.
bor-mont
17: corteccia.

Rhodobryum ontariense (Kindb.) Kindb.
subkont-mont
5: roccia.

Questa specie, maggiormente basifila nei confronti di *R. roseum*, è stata segnalata finora in Italia solo per il Trentino-Alto Adige (CORTINI PEDROTTI, 1992). FRAHM (1979) la cita per la regione giulia al di fuori dei nostri confini nazionali (Pisino e Lussino in Istria). Risulta quindi nuova la segnalazione di *R. ontariense* per il Friuli-Venezia Giulia.

Rhynchostegiella curviseta (Brid.) Limpr.
submed-suboc
1: roccia.

Rhynchostegium murale (Hedw.) B.S.G.
temp
3: roccia. 5: roccia. 6: roccia orizzontale. 7: suolo. 8: roccia orizzontale. 10: roccia verticale più o meno coperta da terra. 11. 12. 13. 14: roccia coperta da terra. 15: roccia di varia inclinazione, suolo. 17.

Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.
subbor
5: suolo orizzontale. 11. 14: terra appesa su radichette.

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske
bor(-mont)
3: roccia verticale coperta da terra molto umida per ruscellamento di acqua.

Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch et Schimp. em. Poelt
temp
3: roccia. 4: roccia. 5: roccia. 8: roccia orizzontale. 9: roccia verticale. 10: roccia verticale. 13. 15: roccia. 16.

Già LOESKE nella sua monografia sulle grimmiacee europee ha indicato il gruppo di *S. apocarpum* come il "proteo" dei muschi europei (POELT, 1953). I campioni esaminati, anche se presentavano una notevole variabilità, sono stati attribuiti a *S. apocarpum* s.str. per la costante presenza all'apice delle foglioline di punte ialine più lunghe di 100 µm. Infatti l'unica confusione possibile era con *S. trichodon*, caratterizzato da punte ialine più corte (0-60 µm).

Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.
temp
1: suolo. 5: suolo inclinato. 11: suolo.

Questa specie forma spesso dei tappeti estesi e densi, come nel caso della stazione 11. In essa *S. purum* assume una forma di crescita sfagnoide, costituendo un potente tappeto sotto una formazione in cui domina *Calluna vulgaris*.

Taxiphyllum wissgrillii (Garov.) Wijk et Marg.
suboc
11. 16.

Thuidium delicatulum (Hedw.) B.S.G.
submed-suboc(-mont)
1: suolo di varia inclinazione. 2. 3: corteccia. 4: suolo e corteccia. 5: legno marcio, roccia, suolo alla

base di tronco. 6: corteccia, roccia inclinata e orizzontale. 9: roccia coperta da terra, tronco marcio. 13: terra ghiaiosa. 14: roccia, suolo. 15: scarpata di terra subverticale.

Thuidium philibertii Limpr.
n.suboc-mont
10: roccia verticale. 11.

Si differenzia dalla specie precedente per le lunghe e sottili punte delle foglioline dei fusticini, costituite da una fila uniseriata di 3-4 cellule, e per le foglioline pericheziali non ciliate. Spesso la determinazione su materiale d'erbario basata sul primo di questi due caratteri risulta difficile in quanto tali punte si spezzano facilmente. Va inoltre sottolineato che questo carattere, che è stato impiegato nella presente ricerca in quanto il materiale era sterile, sembra indotto dall'umidità delle stazioni (Mönkemeyer, 1927).

Tortella cfr. *humilis* (Hedw.) Jenn.
submed
3: corteccia, legno marcio, scarpata di terra verticale.

Finora questa specie non è stata segnalata per il Friuli-Venezia Giulia. Siccome il campione raccolto era sterile e costituito da pochi individui e poichè *T. humilis* si distingue soprattutto per essere pianta monoica, la determinazione è stata fatta con riserva. Va detto comunque che tale specie è presente in quasi tutte le regioni dell'Italia settentrionale (Cortini Pedrotti, 1992) e nella regione giulia al di là del confine (Postumia, Istria: Pavletić, 1955).

Tortella inclinata (Hedw.f.) Limpr.
temp
12. 13. 14: roccia, suolo, terra appesa su radichette. 16. 17: terra su calcare.

Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
bor-mont
1: roccia. 2. 3: corteccia, legno marcio, roccia coperta da terra. 5: roccia. 6: roccia inclinata. 8: roccia inclinata e verticale. 9: roccia verticale. 10: roccia verticale più o meno coperta da terra. 11. 13. 14: roccia più o meno coperta da terra. 15: roccia inclinata. 16. 17: terra su calcare.

Trichostomum crispulum Bruch
temp-mont
3: roccia più o meno coperta da terra.

Weissia controversa Hedw.
temp
3: roccia più o meno coperta da terra. 7: scarpata di terra verticale alla base di tronco.

Ulteriori campioni raccolti appartenenti al genere *Weissia* ma non a questa specie non sono stati determinati per la mancanza di sporogoni.

Risultati e discussione

La distribuzione della frequenza relativa delle specie classificate nei sette gruppi corologici principali è riportata nell'istogramma di fig. 3. Prevalgono nettamente le specie temperate (42,1%) seguite dalle specie oceaniche, che assieme a quelle submed-oc costitui-

scono il 26,4% dei taxa individuati. Le specie con distribuzione tendenzialmente settentrionale (bor + subbor) hanno una frequenza relativa pari a 23,2%. L'elevata incidenza delle specie oceaniche nella brioflora dell'alta valle del Torre è in accordo con la correlazione esistente fra presenza di specie briofitiche oceaniche e indice di igrotermia di Amann evidenziata da PROCTOR (1960) (v. Introduzione).

In tab. 1 sono riportati gli spettri corologici relativi ai diversi tipi di substrato. Da questi dati risulta che le specie oceaniche sono maggiormente rappresentate su corteccia e legno marcio (fig. 4a), mentre le specie a distribuzione settentrionale presentano i valori di frequenza più elevati su roccia e suolo (fig. 4b). Le rocce stillicidiose rilevate costituiscono un ambiente del tutto particolare essendo caratterizzate da una forte incidenza di elementi boreali (fig. 4b) indipendentemente dalla quota e dal topoclima. Il fatto di ritrovare numerose specie boreali su rocce stillicidiose nella zona prealpina esterna (per es. stazione 3) dimostrerebbe che il fenomeno di "dealpinismo" in corrispondenza di ambienti umidi già osservato per le piante vascolari (POLDINI, 1974) interessa anche le specie briofitiche.

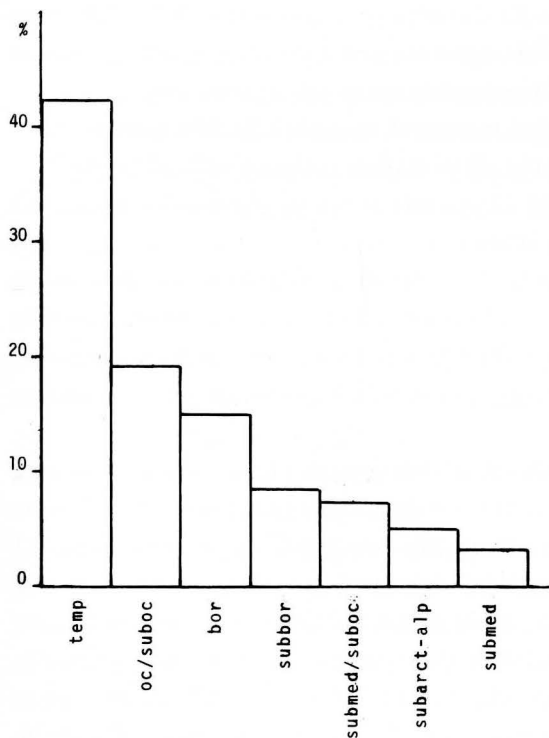



Fig. 3 - Distribuzione della frequenza relativa delle specie classificate in 7 gruppi corologici principali (v. testo). subarct-alp: subartico-alpino; bor: boreale; subbor: subboreale; temp: temperato; submed: submediterraneo; oc/suboc: oceanico; submed-oc: submediterraneo-oceanico.

- *Relative frequency distribution of the species grouped in 7 main phytogeographical categories (see text). subarct-alp: subarctic-alpine; bor: boreal; subbor: subboreal; temp: temperate; submed: submediterranean; oc/suboc: oceanic; submed-oc: submediterranean-oceanic.*

	n° specie	subarct-alp	bor	subbor	temp	submed	oc/suboc	submed-oc
rs	5	-	40.0	-	40.0	-	-	20.0
r	86	4.7	12.8	8.1	47.7	3.5	17.4	5.8
s	57	3.5	12.3	12.3	43.8	1.8	19.3	7.0
c	37	2.7	10.8	5.4	43.3	2.7	27.0	8.1
l	25	-	8.0	8.0	44.0	4.0	32.0	4.0

Tab. 1 - Frequenza relativa delle specie appartenenti ai diversi gruppi corologici sui principali tipi di substrato.
Abbreviazioni dei gruppi corologici come in fig. 3. rs = roccia stillicidiosa; r = roccia; s = suolo; c= corteccia; l= legno marcio.
- *Relative frequency of the species grouped in the phytogeographical categories on the main substrate types. Legend of the phytogeographical categories as in fig. 3. rs = wet rock; r = rock; s = soil; c = tree-bark; l = rotten wood.*

In fig. 5 è visualizzato il risultato della classificazione automatica delle 17 stazioni basata sui loro spettri corologici (tab. 2). Tale elaborazione mette in evidenza l'esistenza di tre gruppi principali di siti caratterizzati fitogeograficamente nel seguente modo:

Gruppo A: comprende i siti con i valori massimi di specie briofitiche temperato-meridionali (in media 74%, fig. 5). Si tratta per lo più di stazioni collocate nella zona prealpina esterna (1, 2, 4, 7). Fa eccezione la località 12, stazione xerica su alluvioni grossolane del Torrente Mea situata nella zona prealpina interna.

Gruppo B: è costituito da siti caratterizzati da elevati valori di frequenza delle specie briofitiche oceaniche (in media 30,6%, fig. 5). In questo gruppo sono incluse tutte e sole le stazioni situate sul versante settentrionale del Gran Monte, che è coperto prevalentemente da un bosco di faggio ascrivibile al tipo *Dentario pentaphylli-Fagetum* subass. *lunarietosum redivivae* (Poldini & Nardini, 1993).

Gruppo C: le stazioni di questo gruppo sono caratterizzate da un elevato contingente di specie settentrionali (in media 31,7%, fig. 5) e sono localizzate principalmente nella zona prealpina interna (8, 11, 13, 16, 17). Appartengono alla zona prealpina esterna le stazioni 3 e 6, umide e quindi soggette al fenomeno di "dealpinismo" precedentemente citato, e la stazione 5, costituita da una ripida scarpata esposta a nord. È degno di nota come nella zona prealpina interna, a parità di quota (ca. m 1000), siano presenti più specie artico-alpine in prossimità del passo di Tanamea (stazioni 16 e 17: 9,1% e 5,3%; v. tab. 2) che non in corrispondenza della Forcella Musi (stazione 8: 2,9%; v. tab. 2). Ciò potrebbe essere legato

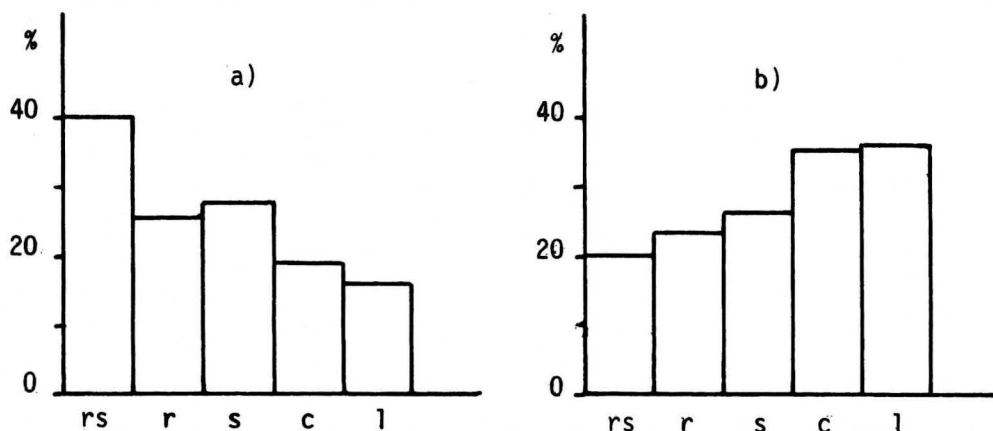



Fig. 4 - Frequenza relativa a) delle specie oceaniche (oc/suboc + submed/suboc) e b) delle specie settentrionali (subarct-alp + bor + subbor) sui principali tipi di substrato. Abbreviazioni dei tipi di substrato come in tab. 1.
- *Relative frequency a) of the oceanic species (oc/suboc + submed/suboc) and b) of the northern species (subarct-alp + bor + subbor) on the main substrate types. Legend of the substrate types as in tab. 1.*

al fatto che la parte alta della valle del Mea è aperta all'influsso climatico alpino attraverso il Passo di Tanamea, mentre la parte occidentale dell'alta valle del Torre risulta protetta verso nord dall'elevata muraglia del Monte Musi.

È interessante confrontare le affinità fitogeografiche delle briofite con le caratteristiche corologiche dei licheni dello stesso territorio, quali risultano da una esauriente analisi floristica eseguita di recente da CASTELLO et al. (1990) e da TRETIACH & CASTELLO (1993). Mentre la flora lichenica è caratterizzata dalla quasi totale mancanza di specie oceaniche (TRETIACH & CASTELLO, 1993), la flora briofitica sembra presentare un carattere completamente diverso.

La composizione delle sinusie crittogamiche è determinata principalmente da fattori micro- e mesoambientali, per cui le affinità fitogeografiche dei diversi gruppi di crittogame possono risultare diverse nell'ambito di uno stesso territorio e quindi di un medesimo tipo macroclimatico.

Nel caso dell'alta valle del Torre, il motivo di tale differenza potrebbe essere la marcata asimmetria di versante che caratterizza quest'area: il versante meridionale del Monte Musi è impervio, prevalentemente roccioso (calcareo), fortemente soleggiato e quindi presumibilmente più arido di quello settentrionale del Gran Monte, meno accidentato e quasi totalmente coperto da vegetazione forestale. La maggioranza dei licheni epilitici ed epigei è stata censita sul versante meridionale del Monte Musi (TRETIACH & CASTELLO, 1993) perchè qui probabilmente questi organismi si presentano con una maggior varietà specifica; l'affinità fitogeografica riscontrata corrisponderebbe quindi alle caratteristiche mesoambientali di questo versante "meno oceanico" per motivi topografici ed edafici.

	n° specie	subarct-alp	bor	subbor	temp	submed	oc/suboc	submed-oc
1	14	-	8.7	4.4	60.0	4.4	8.7	13.0
2	10	-	10.0	-	70.0	-	10.0	10.0
3	34	-	17.7	2.9	55.9	8.8	5.9	8.8
4	17	-	5.9	-	64.7	-	17.6	11.8
5	34	2.9	8.8	11.8	58.8	-	11.8	5.9
6	24	-	12.5	16.7	54.2	-	8.3	8.3
7	16	-	-	-	93.7	-	6.3	-
8	34	2.9	14.7	14.7	50.0	-	11.8	5.9
9	23	-	8.7	4.4	56.5	-	21.7	8.7
10	28	3.6	3.6	10.7	57.1	-	25.0	-
11	14	4.0	16.0	12.0	56.0	-	12.0	-
12	17	-	11.8	-	76.4	-	11.8	-
13	11	-	18.2	9.1	54.5	-	9.1	9.1
14	42	-	9.8	12.2	41.4	-	29.3	7.3
15	33	3.0	6.1	18.2	42.4	-	27.3	3.0
16	22	9.1	18.2	13.6	54.6	-	4.5	-
17	19	5.3	31.6	10.5	52.6	-	-	-

Tab. 2 - Frequenza relativa delle specie appartenenti ai diversi gruppi corologici nelle 17 stazioni. Abbreviazioni dei gruppi corologici come in fig. 3. Stazioni numerate come in Appendice.
- *Relative frequency of the species grouped in the phytogeographical categories in the 17 stations. Legend of the phytogeographical categories as in fig. 3. Station numbers as in Appendix.*

Per quanto riguarda i licheni epifiti (CASTELLO et al., 1990), le stazioni di raccolta erano distribuite invece più o meno uniformemente su tutto il territorio; tuttavia delle 109 specie segnalate solo 24 sono state raccolte nella zona a carattere più spiccatamente oceanico, costituita dal versante settentrionale del Gran Monte. Fra queste era presente una sola specie tipicamente oceanica (*Physcia clementei*), mentre tutte le altre erano specie per lo più crostose ad ampia distribuzione in Europa. La scarsità di specie licheniche su tale versante può esser

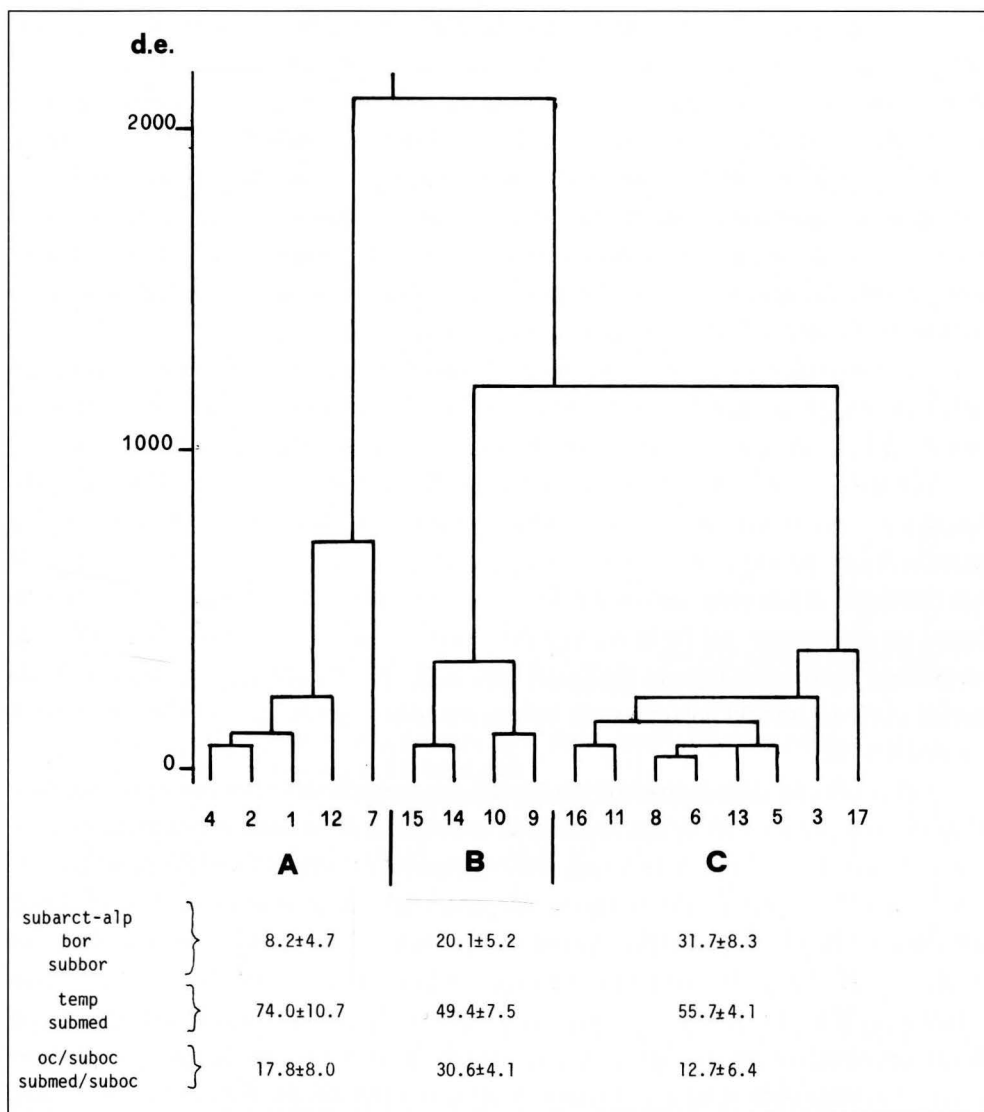



Fig. 5 - Classificazione delle 17 stazioni basata sui dati di tab. 2. Per i 3 gruppi principali di stazioni sono riportati la media e la deviazione standard delle frequenze relative delle specie settentrionali (subarct-alp + bor + subbor), temperate (temp + submed) ed oceaniche (oc/suboc + submed/suboc). Abbreviazioni dei gruppi corologici come in fig. 3. Stazioni numerate come in Appendice. d.e. = distanza euclidea. Ulteriori spiegazioni nel testo.

- *Classification of the 17 stations based on the data in tab. 2. The mean and the standard deviation of the relative frequencies of the northern (subarct-alp + bor + subbor), temperate (temp + submed) and oceanic (oc/suboc + submed/suboc) species in the 3 main station groups are reported. Legend of the phytogeographical categories as in fig. 3. Station numbers as in Appendix. d.e. = euclidean distance. Further explanation in text.*

dovuta al fatto che esso è coperto da una formazione forestale con carattere di bosco di forra (*Dentario pentaphylli-Fagetum* subass. *lunarietosum redivivae*; POLDINI & NARDINI, 1993). Riguardo a questo tipo di bosco (Schluchtwald), SCHAUER (1965) osserva che, malgrado l'elevata umidità, esso presenta uno scarso sviluppo dei licheni; al loro posto subentra una rigogliosa vegetazione muscinale epifita con cui i licheni non possono più competere, anche in seguito al difetto di luce. Lo stesso autore nota inoltre che i licheni oceanici evitano le località soggette a frequenti gelate: il versante settentrionale del Gran Monte, non esposto alla radiazione solare diretta ed aperto all'influsso climatico alpino attraverso il Passo di Tanamea, rientra in questo tipo di località.

La mancanza nel territorio indagato di licheni tipici dell'alleanza a carattere oceanico *Lobarion* (BARKMAN, 1958), già sottolineata da CASTELLO et al. (1990), potrebbe venir spiegata sia dalle particolari condizioni topoclimatiche sia dalla struttura dei boschi.

Secondo BARKMAN (1958) il *Lobarion* è un'alleanza substrato-igrofila che viene rimpiazzata da sinusie muscinali non solo dove l'umidità è più bassa, ma anche dove elevate quantità di precipitazioni sono combinate con elevata umidità dell'aria, come avviene nella zona indagata. A tale proposito anche KALB (1970) osserva che se l'umidità del substrato supera un determinato valore la crescita dei muschi viene incrementata in modo tale da soppiantare concorrenzialmente quella dei licheni. In tali condizioni gli spazi di corteccia lasciati liberi dai muschi possono venir colonizzati solo da poche specie di licheni crostosi (OCHSNER, 1928).

Per ciò che riguarda la struttura dei boschi, essi risultano essere chiusi e privi di alberi di diametro superiore a 30-40 cm. Secondo ROSE (1988) il diffondersi di queste caratteristiche strutturali dei boschi, con la conseguente scomparsa nel manto forestale delle schiarite ben illuminate, ha portato alla riduzione dell'areale del *Lobarion* in Europa. ROSE (1992) sottolinea infatti che la presenza del *Lobarion* in una regione dipende non tanto dalle sue caratteristiche climatiche quanto dal tipo strutturale di bosco, attribuendo il ritiro verso occidente dell'areale europeo di questa alleanza lichenica principalmente a modificazioni delle pratiche selvicolturali. Probabilmente i fattori succitati agiscono in sinergia nel determinare l'assenza delle specie di *Lobarion*, come evidenziato da WIRTH (1968), il quale afferma che la combinazione di ombreggiamento e di elevata umidità dell'aria e del substrato inibisce lo sviluppo di queste specie.

Manoscritto pervenuto il 13.II.1995.

Bibliografia

AMANN J., 1929 - L'Hygrothermie du climat, facteur déterminant la répartition des espèces atlantiques. *Rev. Bryol.*, n.s., 2: 126-133.

BARKMAN J.J., 1958 - Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. *Van Gorcum & Co.*, Assen.

CASTELLO M., GASPARO D. & TRETIACH M., 1990 - Studi lichenologici in Italia nord-orientale. III: Florula lichenica epifita dell'Alta Valle del Torre (Prealpi Giulie). *Gortania - Atti Museo Friul. St. Nat.*, 11 (1989): 127-160.

ČERNIC F., POLDINI L. & WRABER T., 1966 - Erborizzazioni nelle Prealpi Giulie del Torre. *Boll. Soc. Adr. Sc.*, n.s., 54: 5-9.

ČERNIC F., 1971 - Flora e vegetazione dei Monti Musi. *Tesi di laurea, Univ. Studi Trieste*, inedita.

CORTINI PEDROTTI C., 1992 - Check-list of the Mosses of Italy. *Fl. Medit.*, 2: 119-221.

DÜLL R., 1983 - Distribution of the European and Macaronesian Liverworts (Hepaticophytina). *Bryol. Beitr., R. Duell ed.*, Duisburg, 2.

DÜLL R., 1984 - Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). Part I. *Bryol. Beitr., I. Duell-Hermanns ed.*, Rheurdt, 4.

DÜLL R., 1985 - Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). Part II. *Bryol. Beitr., I. Duell-Hermanns ed.*, Rheurdt, 5.

FRAHM J.P., 1979 - Zum Vorkommen von *Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. in Mitteleuropa. *Herzogia*, 5 (1/2): 163-179.

FRAHM J.P. & FREY W., 1992 - Moosflora. *Ulmer*, Stuttgart, 3ª ed.

GENTILLI J., 1964 - Il Friuli. I climi. *Camera Commercio, Industria, Agric. e Artig.*, pp. 598, Udine.

KALB K., 1970 - Flechtengesellschaften der vorderen Ötztaler Alpen. *Dissert. Bot., J. Cramer ed.*, Lehre, 9.

MAINARDIS G. & SIMONETTI G., 1991 - Flora delle Prealpi Giulie nord-occidentali tra il Fiume Tagliamento ed il gruppo del Monte Canin. *Gortania - Atti Museo Friul. St. Nat.*, 12 (1990): 31-236.

MÖNKEMEYER W., 1927 - Die Laubmoose Europas. *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Akad. Verlagsges. m.b.H.*, Leipzig, 4, Ergänzungsbd.

MÜLLER K. & HERZOG Th., 1957 - Die Lebermoose Europas. *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Akad. Verlagsges. Geest & Portig K.-G.*, Leipzig, 6 (2), 3ª ed.

OCHSNER F., 1928 - Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. *Jahrb. St. Gall. Nat. Ges.*, 63 (1927): 1-108.

ORLÓCI L., 1978 - Multivariate analysis in vegetation research. *Junk*, The Hague.

PAIERO P., LORENZONI G.G. & WOLF U., 1975 - La vegetazione del settore occidentale delle Prealpi Giulie. Note illustrative alla carta della vegetazione forestale della Catena Chiampon-Cuel di Lanis. *Ann. Acc. Ital. Sc. Forest.*, 24: 187-250 + 1 carta.

PAVLETIC Z., 1955 - Prodromus Flore Briofita Jugoslavije. *Jugoslav. Akad. Znan. i Umjetn.*, Zagreb.

POELT J., 1953 - Zur Kenntnis der *gracile*-Formen der Sammelart *Schistidium apocarpum* (L.) Bryol. Eur. *Svensk Bot. Tidskr.*, 47 (2): 248-262.

POLDINI L., 1974 - Primo tentativo di suddivisione fitogeografica delle Alpi Carniche. *In Alto*, Udine, 58: 258-279.

POLDINI L., 1987 - La suddivisione fitogeografica del Friuli-Venezia Giulia. *Biogeographia*, 13: 41-56.

POLDINI L. & NARDINI S., 1993 - Boschi di forra, faggete e abieteti in Friuli (NE Italia). *Studia Geobot.*, 13: 215-298.

PROCTOR M.C.F., 1960 - Mosses and liverworts of the Malham District. *Field Studies*, 1 (2): 1-25.

ROSE F., 1988 - Phytogeographical and ecological aspects of *Lobarion* communities in Europe. *Bot. Journ. Linn. Soc.*, 96: 69-79.

ROSE F., 1992 - Temperate forest management: its effects on bryophyte and lichen floras and habitats. In: BATES J.W. & FARMER A.M. (eds.) - Bryophytes and Lichens in a Changing Environment. *Clarendon Press*, Oxford: 211-233.

SAULI G., 1976 - Il componente briologico delle associazioni vegetali del Carso Triestino. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 29 (2): 55-68.

SCHAUER Th., 1965 - Ozeanische Flechten im Nordalpenraum. *Portugal. Acta Biol. (B)*, 8 (1): 17-229.

SCHUSTER R.M., 1980 - The *Hepaticae* and *Anthocerotae* of North America East of the Hundredth Meridian. Vol. 4. *Columbia University Press*, New York.

SMITH A.J.E., 1978 - The Moss Flora of Britain and Ireland. *Cambridge University Press*.

SMITH A.J.E., 1990 - The Liverworts of Britain and Ireland. *Cambridge University Press*.

STERGULC F., 1988 - Note illustrative alla carta dei tipi strutturali della vegetazione in funzione delle ricerche naturalistiche sul popolamento animale nell'Alta Val del Torre (Prealpi Giulie, Italia NE). *Gortania - Atti Museo Friul. St. Nat.*, 9 (1987): 67-82.

TRETIACH M. & CASTELLO M., 1993 - Studi lichenologici in Italia nord-orientale. IV: Florula lichenica epilitica e terricola dell'Alta Valle del Torre (Prealpi Giulie). *Gortania - Atti Museo Friul. St. Nat.*, 14 (1992): 105-136.

WIRTH V., 1968 - Soziologie, Standortsökologie und Areal des *Lobarion pulmonariae* im Südschwarzwald. *Bot. Jahrb.*, 88 (3): 317-365.

Appendice

Caratteristiche delle stazioni indagate (fig. 1):

- staz. 1 (*Monte Cladia*): a quota 520 m su flysch calcarenitico. La raccolta è limitata a una piccola scarpata esposta a NE, sotto un bosco fitto di latifoglie miste (acero e tiglio). Poca è la roccia affiorante.
- staz. 2 (*Casera Morandin*): sull'argine destro del torrente Vedronza, sotto la casera, a 330 m. Trattasi di una scarpatina con esposizione N subito sopra il greto. La stazione si trova al limite tra le alluvioni prevalentemente grossolane del greto e il flysch marnoso-arenaceo che costituisce i rilievi a sud del torrente Vedronza.
- staz. 3 (*Torrente Vedronza*): alta parete verticale di flysch sulla sinistra orografica del torrente Vedronza, quasi di fronte alla stazione precedente. La quota è la stessa della stazione 2 (330 m), ma l'esposizione è S. L'ambiente è reso peculiare dalla presenza di cascate.
- staz. 4 (*Monte Clabagnavizza*): quasi pianeggiante e situata poco sotto la cima del monte a quota 530 m. Si tratta di un bosco rado di aceri, tigli e castagni su flysch calcarenitico con poche rocce affioranti.
- staz. 5 (*Monte Tanacrìs*): area di circa 10x10 m sul versante N del monte, subito sopra il taglio della strada da S. Osvaldo a Villanova, a quota 540 m. Trattasi di una scarpata piuttosto ripida su flysch calcarenitico che affiora abbondante tra fitti aceri e tigli.
- staz. 6 (*Rio Safrata*): conca chiusa e umida scavata nel flysch marnoso-arenaceo dal rio a 350 m di altitudine. La rocciosità è elevata e fitti sono gli ontani e i frassini.
- staz. 7 (*Case Poiana*): su flysch marnoso-arenaceo, a 605 m con esposizione NW. Questa stazione comprende una leggera conca aperta ed umida con muschi di suolo su circa i due terzi della superficie erbosa e con alcuni alberi circostanti (aceri, castagni, tigli).
- staz. 8 (*Fontana Vodizza*): scarpata di detrito calcareo rivolta a N in bosco di faggio, a quota 950 m. La roccia affiorante è abbondante.
- staz. 9 (*Casere Chisalizza*): su detrito calcareo a quota 715 m ed esposizione N, costituita da una piccola scarpata su cui domina *Picea excelsa* in un bosco di faggio e frassino. Elevato è il grado di rocciosità affiorante.
- staz. 10 (*Sorgente del Torre*): compatta parete rocciosa calcarea esposta a W, a quota 600 m. Essa si trova sotto un boschetto di larici.
- staz. 11 (*Valle del Mea*): situata a 640 m su un'isola golenale, la più occidentale, nell'alveo del

torrente Mea. Essa è costituita da alluvioni prevalentemente grossolane coperte da un bosco di *Pinus nigra* e *P. sylvestris*.

- staz. 12 (*Valle del Mea*): localizzata su un'isola golenale del torrente Mea costituita da alluvioni prevalentemente grossolane, immediatamente ad oriente della precedente e a quota più elevata (670 m). La stazione è sassosa, aperta e con copertura rada di *Pinus nigra*.
- staz. 13 (*Valle del Mea*): contigua alla stazione 11 e situata sul versante meridionale della stessa isola golenale, nel punto di raccordo col greto sottostante (630 m). È stata considerata a sé per la peculiarità del substrato: incontro di alluvioni grossolane con il detrito di frana antica che costituisce l'alveo.
- staz. 14 (*Casere Cripizza*): su calcare sul versante N del Gran Monte, a 890 m e in zona di faggeta aperta. In essa si trova un taglio stradale, che in certi tratti ha messo a nudo le radici degli alberi.
- staz. 15 (*Brinuie di Tanamea*): situata come la precedente sul versante settentrionale calcareo del Gran Monte in faggeta, ma più ad E, a quota maggiore (1000 m) e in una zona di bosco fitto.
- staz. 16 (*Passo di Tanamea*): su dolomia in faggeta, a quota ca. 900 m, esposta a SE. A differenza delle altre stazioni, più o meno strettamente circoscritte, questa comprende un'area piuttosto ampia. Media la quantità di affioramenti rocciosi.
- staz. 17 (*Monte Zaiavor*): in faggeta su substrato dolomitico, con esposizione SE. La sua quota è 1000 m.

Indirizzo degli Autori - Authors' address:
- Dr. Michele Codogno
- Dr.ssa Maria Vittoria Di Montegnacco
Dipartimento di Biologia
Università degli Studi di Trieste
Via L. Giorgieri 10, I-34127 TRIESTE

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17(1995)	107-119	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. Pertot

ESPLORAZIONI FLORISTICHE DI VALENTIN PLEMEL, BOTANICO SLOVENO, NEL FRIULI-VENEZIA GIULIA (NE ITALIA)

FLORISTIC RESEARCHES OF VALENTIN PLEMEL, A SLOVENE BOTANIST, IN FRIULI-VENEZIA GIULIA (NE ITALY)

Riassunto breve - Attraverso l'esame degli erbari del sacerdote e botanico dilettante sloveno Valentin Plemel (1820-1875) si è voluto studiare il suo contributo all'esplorazione floristica in quella parte della regione Friuli-Venezia Giulia che fino al primo conflitto mondiale apparteneva all'Austria. È stata redatta una lista di 112 entità raccolte in regione, di cui 21 segnalate per la prima volta e nuove rispetto all'Atlante corologico delle piante vascolari (Poldini, 1991). Rimarchevole è la presenza di *Scrophularia scopolii* in regione, conosciuta in ambito nazionale solo come specie appenninica e sicula.
Parole chiave: Valentin Plemel, Botanico sloveno, Esplorazione floristica, Friuli-Venezia Giulia, Italia nord-orientale.

Abstract - *The examination of the herbarium collected and arranged by the Slovene priest Valentin Plemel (1820-1875), an amateur botanist, has brought to the study of his contribution to the floristic research in those parts of Friuli-Venezia Giulia that belonged to Austria till the World War. A list of 112 specimens collected in the region has been compiled. 21 of them had been mentioned for the first time and therefore they are not recorded in the Atlante corologico delle piante vascolari (Corologic Atlas of vascular plants) (*Poldini, *1991). Remarkable is the presence in the region of the* Scrophularia scopolii, *a species known only in the Apennines and in Sicily.*
Key words: *Valentin Plèmel, Slovene botanist, Floristic research, Friuli-Venezia Giulia, Northeastern Italy.*

Premessa

Molti botanici sloveni del secolo scorso hanno operato in quella parte del Friuli- Venezia Giulia che fino al primo conflitto mondiale apparteneva all'Austria contribuendo all'esplorazione floristica della regione. Gran parte delle loro opere sono state già utilizzate dai botanici locali, in particolare da Marchesetti e Pospichal.

Una ricerca svolta presso gli erbari dell'Università di Lubiana (LJU) e del Museo di Storia Naturale della Slovenia (LJM) (Prirodoslovni muzej Slovenije) con sede a Lubiana, che conservano molti erbari storici, alcuni dei quali contengono raccolte inerenti il Friuli Venezia Giulia, ha portato alla luce alcuni interessanti dati inediti.

In questo lavoro ci si limita alla presentazione del botanico Valentin Plemel (1820-1875), mentre con eventuali successivi contributi passeremo in rassegna altri personaggi importanti per la botanica regionale.

Biografia

Valentin Plemel, nato il 7 gennaio 1820 a Rečica nei pressi di Bled (Slovenia), dopo aver intrapreso gli studi teologici, fu consacrato sacerdote e svolse la sua missione in varie località della Notranjska, della Dolenjska e infine a Koroška Bela, nelle vicinanze del paese natio, dove fu tragicamente colpito da un fulmine e morì, in seguito alle conseguenze di questo evento, nel 1875.

Allo studio della botanica lo indirizzò J. N. Biatzovsky, successore di F. Hladnik sia nella direzione dell'Orto botanico di Lubiana che nel lavoro didattico. Il prestare servizio in varie località, gli permise di acquisire una conoscenza approfondita della flora slovena. Nel suo ricchissimo erbario sono confluite pure le raccolte di alcuni botanici contemporanei, tra cui quello del fratello Franc Plemel (1828-1852), studente di medicina a Praga precocemente scomparso, e del maestro Hans Engelthaler (? - 1878). Di quest'ultimo ci limiteremo a citare gli esemplari inediti raccolti in zona, contenuti nell'erbario di Plemel. Questo erbario è di grande valore scientifico e storico nonchè culturale, visto che si tratta del primo erbario della Carniola redatto con cartellini più o meno regolarmente compilati, contenenti i dati necessari ad una ricerca scientifica (Praprotnik, 1992).

I dati raccolti durante vent'anni di intensa ricerca vennero pubblicati nel 1862 nel lavoro "Beiträge zur Flora Krain's". Il contributo rappresenta la terza flora della Slovenia "sensu stricto", e fa seguito alla flora dello Scopoli (1760, 1772) e a quella di Fleischmann del 1844. Il lavoro si distingue per la precisione e l'affidabilità dei dati, il suo particolare pregio sta nel precoce orientamento del lavoro verso la geobotanica e la fitosociologia (Piskernik, 1949; Gosar et al., 1982). Ultimata la flora, fece dono dei duplicati al Museo di Storia Naturale della Slovenia ad arricchimento dell'"Herbarium Carniolicum".

Nel 1873 presentò il suo ricco erbario alla mostra nazionale di Vienna, quindi gli fu assegnata una medaglia per particolari meriti relativi all'esplorazione della flora regionale (Piskernik, 1949; Praprotnik, 1992). Dopo la sua morte l'erbario passò prima in mano di privati, quindi al Museo regionale (Deželni muzej) di Lubiana; i duplicati, destinati agli scambi, anche questi in un primo momento in possesso di privati (K. Seitner), sono stati successivamente donati al "gabinetto di scienze del Liceo scientifico di Lubiana", dove sono stati riordinati dal prof. W. Voss, che ha compilato un catalogo delle specie. La raccolta, denominata "Herbarium Plemelianum", unitamente al catalogo di W. Voss (fig. 1), per altro non pubblicato, passò negli anni sessanta all'erbario dell'Università di Lubiana (LJU) (Wraber, 1989; Praprotnik, 1992).

Esplorazioni floristiche nel Friuli-Venezia Giulia

Durante la sua ricca attività di ricerca floristica ha effettuato alcune escursioni nelle zone che vengono a trovarsi oggi entro i confini della regione Friuli-Venezia Giulia; ne danno testimonianza gli esemplari che si trovano nel suo lascito, sia nell'erbario del Museo di Lubiana che in quello dell'Università di Lubiana. Dall'esame di questo materiale emergono le notizie di quattro escursioni. Il 14 e 15 maggio 1845 ha esplorato i dintorni di Trieste, e al ritorno si è fermato a Basovizza dove ha raccolto fra le altre specie pure il *Senecio lanatus* Scop. (fig. 2). Accanto ai dati relativi al ritrovamento, sul cartellino vengono riportati anche i sinonimi. Il 4 agosto 1860, in occasione del cinquecentesimo anniversario del santuario dedicato alla Madonna di M. Lussari, si recò in pellegrinaggio in questa località, dopo aver fatto una breve sosta a Tarvisio. Molto importante è stata inoltre l'escursione sul M. Mangart del 26 giugno 1863, che ha fruttato una cospicua raccolta, ben 44 fogli di erbario. Nel luglio 1873 esplorava nuovamente i pressi di Tarvisio e i Laghi di Fusine.

Agosto 1874 sono datati alcuni esemplari che provengono da Duino, Monfalcone ed Aquilea, appartenenti probabilmente ad altri botanici contemporanei, poichè i cartellini, scritti da mano diversa, non sono firmati.

Nell'erbario si trovano inoltre gli esemplari raccolti da Hans Enghelthaler il 13 agosto 1873 sul M. Mangart.

Si riporta la lista di specie provenienti dalla nostra regione, che si trovano negli erbari di V. Plemel, trascurando i dati relativi all'escursione sul M. Mangart, effettuata da Engelthaler (1873), che pubblicò i dati nel 1874.

Abbreviazioni usate

(F) - esemplare raccolto da Franc Plemel

(E) - esemplare raccolto da Hans Engelthaler

(?) - specie citate nel catalogo di W. Voss, di cui mancano gli esemplari d'erbario

(*) - specie nuova per l'area di base

I nomi in neretto sono quelli delle etichette dell'Autore; i nomi in corsivo corrispondono alle eventuali revisioni operate sul materile di Plemel e sono riportati in [ ] seguiti dal nome del revisore. Il sinonimo attuale, ove ritenuto necessario, è riportato in corsivo fra ( ).

I numeri dopo la località si riferiscono alle aree di base; ove possibile sono stati riportati anche i numeri del quadrante.

Lista delle specie raccolte nell'attuale Friuli-Venezia Giulia

Achillea atrata L., Mangart, 9547

Aegopodium podagraria L., Laghi di Fusine, 9548/1

Inv. B. N: 44 und 73.

Herbarium Plemelianum.

Zwölf Fascikel mit Gefässkryptogamen und Phanerogamen
(Geordnet nach Dr. J. Maly's Flora von Deutschland, Wien 1860).
Ein Fascikel mit Kryptogamen u. viele Localfloren (die Inv. N: 44 inbegriffen).

Geschenk des Herrn Forstrath Karl Seitner.

1	Grammitis Ceterach. Sw.	Globoonik
2.	Polypodium vulgare L.	Tanzbüchel b. Nasselthal. Hudica.
	Phegopteris L.	Fauerburg. Weissenf. Seen
	Dryopteris L.	Pericnik. "
	robertianum Hoffm.	Bärenthal. Alpe Belšica.
	calcareum Sm.	Pericnik.
3.	Woodsia hyperborea. Koch.	
4.	Aspidium Lonchitis Sw.	Javornik. Ursprung.
	aculeatum Döll.	Nesselth. Karnervellach. Bärenthal.
5.	Polystichum Filix mas Roth.	" . Fauerb. Otok.
	rigidum DC.	Belšica. "
6.	Asplenium = Athyrium Filix femina Döll.	Weissenf. Seen.
7.	Cystopteris fragilis Döll.	Karnerv. " Pogamz Kulpa.
	montana. Link.	Bärenthal. " Feistritz-Ursprung.
	regia fumariaeformis Presl.	Zirknitz.
8	Asplenium septentrionale Hoffm.	Šarce b. Prag.
	Trichomanes L.	Karnerv.
	viride Huds.	Rotweinquelle Lipnjek. Kuntschau b. Gottschee. Veldes. Belšica.
	Ruta muraria L.	Kuntschau.
	Adianthum nigrum L.	Strobelhof.
9.	Scolopendrium officinarum Sw.	Seeler Grotte b. Gottschee. St. Canzian.
10.	Blechnum Spicant. Roth.	Fauerb.
11.	Pteris aquilina. L.	Karnerv. Laibach.
19.	Botrychium Lunaria L.	Alpe Golica, Belšica. Veldes.
21.	Marsilea quadrifolia L.	Zu Weisskirchen und Arch in UK.
24.	Lycopodium Selago L.	Alpe Kočna.
	inundatum L.	L. Moor.
	annotinum L.	Schneeberg.
	alpinum L.	Golica.

Fig. 1 - Catalogo delle specie donate al "Gabinetto di Scienze del Liceo Scientifico di Lubiana" compilato dal Prof. W. Voss.
- *Catalogue of the species given to the "Natural history laboratory» of the Grammar school in Ljubljana", compiled by Prof. W. Voss.*

Mangart.

4.	Aspidium aculeatum Döll.	536.	Saxifraga cuneifolia L.
90.	Carex tenuis Host.		rotundifolia L.
106.	Luzula flavescens Gaud.	541	Atragene alpina L.
123.	Majanthemum bifolium DC.	548	Ranunculus Traunfellneri Hopp.
125.	Paris quadrifolia L.		lanuginosus L.
188.	Petasites albus Gärtn.		montanus Willd.
224.	Blitum Bonus Henricus C.A.M.		hybridus Bir.
239.	Valeriana montana L.	550.	Trollius europaeus L.
249.	Tussilago Farfara L.	555.	Aquilegia Sternbergii Rchb.
273	Achillea atrata L.	574.	Arabis alpina L.
303	Cynoglossum officinale L.	595.	Kernera saxatilis Rb.
355.	Gentiana utriculosa L.	604.	Hutchinsia alpina R. Br.
367.	Calamintha alpina Lam.	629.	Viola biflora L.
429.	Veronica urticifolia L. fil.	643.	Sagina procumbens L.
438.	Bartsia alpina L.	647.	Alsine verna Bartl.
449.	Primula elatior Jacq.	648.	Moehringia muscosa L.
	auricula L.	651.	Stellaria graminea L.
	farinosa L.	660	Silene nutans L.
452.	Soldanella minima Hopp.		pusilla W.K.
461.	Rhododendron Chamaecistus L.	689.	Geranium sylvaticum L.
463.	Vaccinium Vitis Idaea. L.	739.	Anthyllis vulneraria L.
536.	Saxifraga crustata. Vest.	764.	Lathyrus pratensis L.

Wasserfall Peričnik.

2.	Polypodium Dryopteris L.	248.	Homogyne silvestris Cass.
	calcareum Sm.	260.	Buphthalmum salicifolium. DC.
38.	Festuca Drymeia M.K.	273.	Achillea atrata L.
43.	Poa alpina vivipara L.	282.	Senecio nebrodensis L.
49.	Avena argentea Willd.	287.	Cirsium Erysithales Scop.
54.	Koeleria hirsuta Gaud.	288.	Carduus crispus L.
57.	Phragmites communis Trin.	321.	Hieracium porrifolium L.
64.	Calamagrostis Halleriana DC.	332.	Asperula longiflora W.K.
66.	Agrostis stolonifera L.	335.	Gallium lucidum All.
90	Carex tenuis Host.	339.	Lonicera caerulea L.
	Oederi Ehr.	364.	Origanum vulgare L.
101	Juncus lamprocarpus Ehr.	377.	Galeobdolon luteum Huds.
242.	Knautia sylvatica Dub.	390	Teucrium montanum L.
246.	Adenostyles alpina Bl. F.		Chamaedrys L.

HERB. BOT. INST. UNIV. LJUBLJANA (LJU) N°
HERBARIUM PLEMELIANUM
(V. PLEMEL, 1820-1875)

Fig. 2 - Etichetta di *Senecio lanatus* raccolto a Basovizza (TS).
- *Label of the* Senecio lanatus *collected in Basovizza (TS).*

Aethionema saxatile R.Br. (*A. saxatile* (L.) Br.), Trieste - Longera, 10348/4

Alsine tenuifolia Wahl. (*Minuartia hybrida* (Vill.) Schisckin), (?), Trieste, 10348

Alsine verna Dartl. (*Minuartia verna* (L.) Hiern), (?), Mangart, 9547

Anthyllis vulneraria L., Mangart, 9547

Aquilegia pyrenaica D.C. [*A. atrata* Koch rev. Podobnik (1977)], Laghi di Fusine, 9548/1

Aquilegia Sterenbergii Rchb. [*A. vulgaris* L. rev. Podobnik (1977)], (*), Laghi di Fusine, 9548/1

Arabis alpina L., (?), Mangart, 9547; Laghi di Fusine, 9548/1

Asperula cynanchica L., Tarvisio, 9447

Aspidium aculeatum (*Polysticum aculeatum* (L.) Roth), (?), Mangart, 9547

Asplenium - Athyrium filix femina Voll (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), Laghi di Fusine, 9548/1

Aster tripolium L., Monfalcone, 10147

Atragene alpina L. (*Clematis alpina* (L.) Mill.), Laghi di Fusine, 9548/1

Bartsia alpina L., Mangart, 9547

Betonica officinalis L., (?), Laghi di Fusine, 9548/1

Blitum Bonus Henricus C.S.M. (*Chenopodium bonus-henricus* L.), Mangart, 9547

Buphthalmum salicifolium D.C. (*B. salicifolium* L.), Laghi di Fusine, 9548/1

Bupleurum aristatum Bartl. [*B. ranunculoides* L. rev. F. Krašan (1873)] (F), Malborghetto, 9446
Calamintha acinos Clair (*Acinos alpinus* (L.) Moench), Laghi di Fusine, 9548/1
Calamintha alpina Lam. (*Acinos alpinus* (L.) Moench), Laghi di Fusine, 9548/1
Campanula pusilla Haenke (*C. cochleariifolia* Lam.), M. Lussari, 9547/1
Campanula rapunculoides L., (*), Tarvisio, 9447
Campanula rotundifolia L., Tarvisio, 9447
Carex tenuis Host (*Carex brachystachys* Schrank.), Mangart, 9547
Carum carvi L., Laghi di Fusine, 9548/1
Coronilla emerus L., Trieste, 10348/4
Cynoglossum officinale L., (?), (*), Mangart, 9547
Cystopteris fragilis Bernh (*C. fragilis* (L.) Bernh.), Laghi di Fusine, 9548/1
Cystopteris montana Link (*C. montana* (Lamk.) Desv.), Laghi di Fusine, 9548/1
Dianthus barbatus L., (*), Tarvisio, 9447
Epilobium angustifolium L., Tarvisio, 9447
Epilobium montanum L., Laghi di Fusine, 9548/1
Euphorbia peplis L., (*), Aquilea, 10246/1
Fumaria officinalis L., (*), Laghi di Fusine, 9548/1
Galeopsis versicolor Curt. (*G. speciosa* Mill.), Tarvisio, 9447
Galium boreale L., Laghi di Fusine, 9548/1
Galium palustre L., (*), Laghi di Fusine, 9548/1
Geranium pratense L., Tarvisio, 9447
Gentiana utriculosa L., Mangart, 9547
Geranium sylvaticum L., Mangart, 9547
Geranium sylvaticum L. [*G. pratense* L. rev. T. Wraber (1975)], Tarvisio, 9447
Globularia vulgaris L. (*G. punctata* Lapeyr.), (*), Tarvisio, 9447
Gnaphalium norvegicum Gunn., (*), M. Lussari, 9547/1
Hippocrepis comosa L., Tarvisio, 9447
Hutchinsia alpina R.Br. (*H. alpina* (L.) R.Br.), Mangart, 9547
Hypericum perforatum L., (?), Tarvisio, 9447
Hyssopus officinalis L. [*H. officinalis* L. subsp. *officinalis* rev. T. Wraber], Tarvisio, 9447
Kernera saxatilis Rb. (*K. saxatilis* (L.) Rchb.), Mangart, 9547
Lactuca muralis Fres. (*Mycelis muralis* (L.) Dum.), Laghi di Fusine, 9548/1
Lathyrus pratensis L., (?), Mangart, 9547; Laghi di Fusine, 9548/1
Luzula flavescens Gaud (*L. luzulina* (Vill.) DT. & S.), Mangart, 9547
Majanthemum bifolium DC. (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), Mangart, 9547
Medicago falcata L., Tarvisio, 9447

Moehringia muscosa L., Mangart, 9547; (?), Laghi di Fusine, 9548/1
Neslia paniculata Desv. (*N. paniculata* (L.) Desv.), (*), Tarvisio, 9447
Onosma stellulatum W. et K., (?), Trieste, 10348
Paris quadrifolia L., Mangart, 9547
Petasites albus Gaerten (*P. albus* (L.) Gaertn.), Mangart, 9547
Petasites niveus Baumg (*P. paradoxus* (Retz.) Baumg.), Tarvisio, 9447
Phleum pratense L., Laghi di Fusine, 9548/1
Phyteuma orbiculare L., Laghi di Fusine, 9548/1
Poa alpina L., Laghi di Fusine, 9548/1
Polypodium Dryopteris L. [*Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm. rev. Wraber (1975)], Laghi di Fusine, 9548/1
Polypodium Phegopteris L. (*Thelypteris phegopteris* (L.) Slosson), Laghi di Fusine, 9548/1
Potentilla anserina L., (*), Tarvisio, 9447
Poterium glaucescens L., (?), Laghi di Fusine, 9548/1
Poterium Polygamum W.K., (?), Laghi di Fusine, 9548/1
Poterium sanguisorba L. (*Sanguisorba minor* Scop.), (?), Laghi di Fusine, 9548/1
Primula auricula L., Mangart, 9547
Primula elatior Jacq. (*P. elatior* (L.) Hill.), (*), Mangart, 9547
Primula farinosa L., Mangart, 9547
Prunella grandiflora Jacq. (*P. grandiflora* (L.) Scholler), Tarvisio, 9447
Ranunculus hybridus Biria, Mangart, 9547
Ranunculus lanuginosus L., Mangart, 9547
Ranunculus montanus Willd., Mangart, 9547
Ranunculus Traunfellneri Hoppe det. M. Muller (1987), Mangart, 9547
Raphanus sativus L., Tarvisio, 9447
Rhododendron Chamaecistus L. (*Rhodothamnus chamaecistus* (L.) Rchb.), Mangart, 9547
Sagina procumbens L., (*), Mangart, 9547
Sanguisorba officinalis L., (?), Laghi di Fusine, 9548/1
Saxifraga biflora All. (E.) det. V. Plemel (1873), (*), Mangart, 9547
Saxifraga caesia L., M. Lussari, 9547/1
Saxifraga controversa Stenb. (*S. adscendens* L.), M. Lussari, 9547/1
Saxifraga crustata Vest, Mangart, 9547
Saxifraga cuneifolia L., Mangart, 9547
Saxifraga rotundifolia L., Mangart, 9547; Laghi di Fusine, 9548/1
Saxifraga tenella Wulf., (E), Mangart, 9547
Scrophularia scopolii Hoppe, (*), Laghi di Fusine, 9548/1
Sedum hispanicum L., (*), Laghi di Fusine, 9548/1

Senecio lanatus Scop., Basovizza, 10349/3
Senecio nebrodensis L. (*S. rupestris* W. et K.), Laghi di Fusine, 9548/1
Senecio rupestris W. et K., Laghi di Fusine, 9548/1
Serratula tinctoria L., Laghi di Fusine, 9548/1
Silene alpestris Jacq., Laghi di Fusine, 9548/1
Silene nutans L., (?), Mangart, 9547; Laghi di Fusine, 9548/1
Silene pusilla W. et K., (?), Mangart, 9547
Sinapis arvensis L., (*), Tarvisio, 9447
Soldanella minima Hoppe, Mangart, 9547
Sonchus arvensis L., Tarvisio, 9447
Spartium junceum L., Trieste, 10348
Stachys ambigua Sm. (*S. palustris x sylvatica*), (*), Tarvisio, 9447
Stellaria graminea L., (?), Mangart, 9547; Tarvisio, 9447
Thlaspi rotundifolia Gaud. (E), Mangart, 9547
Trollius europaeus L., Mangart, 9547
Turritis glabra L. (*Arabis glabra* (L.) Bernh.), (*), Laghi di Fusine, 9548/1
Tussilago farfara L., (?), Mangart, 9547
Valeriana montana L., Mangart, 9547
Vaccinium vitis-idaea L., Mangart, 9547
Veronica saxatilis Scop. (*V. fruticans* Jacq.), (E), (*), Mangart, 9547
Veronica urticifolia L. (*V. urticifolia* Jacq.), Mangart, 9547
Viola arvensis Mur. (*V. tricolor* L.), Tarvisio, 9447
Viola biflora L., Mangart, 9547

Conclusioni

Nell'erbario di V. Plemel sono stati individuati 112 esemplari, raccolti durante le escursioni effettuate nella nostra regione. Dal confronto con l'Atlante corologico delle piante vascolari (Poldini, 1991), ben 21 entità risultano nuove nelle corrispondenti aree di base. Il più delle volte trattasi di specie presenti nelle unità limitrofe, perciò il punto viene a completare o ad arricchire la distribuzione regionale della specie.

Rimarchevole è invece, a nostro avviso, la presenza di *Scrophularia scopolii*, non segnalata per la flora regionale, ma conosciuta nell'ambito nazionale per l'Appennino Centrale e Meridionale, nonchè per la Sicilia. Trattasi di una specie dell'Europa centrale e dell'area mediterranea orientale, il cui lembo centro europeo sfiora le Prealpi calcaree della Carinzia (Hartl, 1965) e la Slovenia, dove è presente in particolare nelle Alpi (Wraber, 1990), nonchè nelle zone di Primorsko, Gorenjsko e Štajersko (Mayer, 1952). Alla Carinzia appartenevano

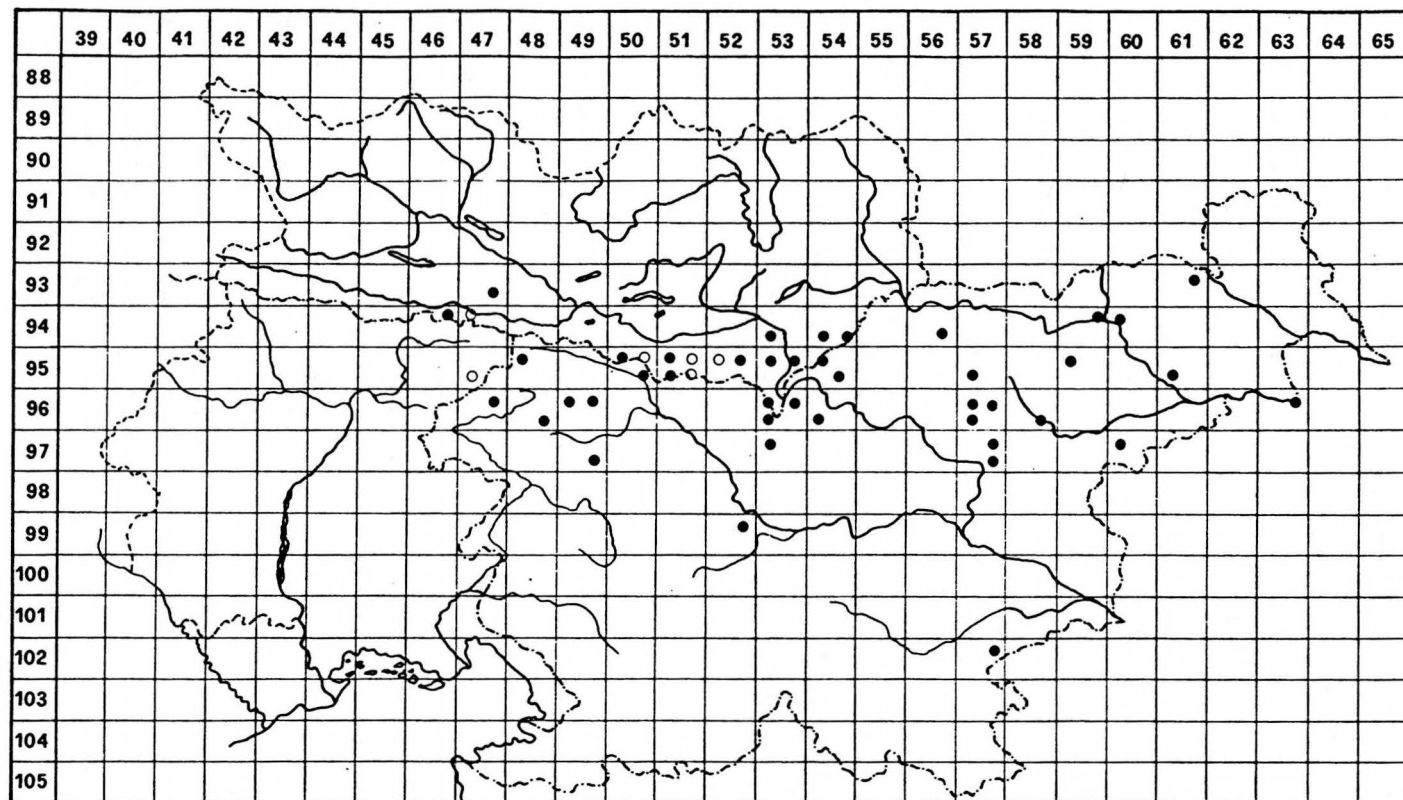



Fig. 3 - Distribuzione di *Scrophularia scopolii* in Friuli, in Carinzia e in Slovenia.
- *Distribution of* Scrophularia scopolii *in Friuli, in Carinthia and in Slovenia.*

all'epoca pure le località di Predil e di Raibl, dove la spece fu rinvenuta da Jabornegg (PACHER & JABORNEGG, 1884: 96) e quelle di Feistritzer Alm nelle Alpi Carniche, al confine tra l'Austria e l'Italia, da dove provengono le segnalazioni di Pacher (PACHER & JABORNEGG, 1893: 145). Per puro caso queste segnalazioni, tutte in data posteriore a quella di Plemel (1874), rimasero sconosciute ai botanici locali e la presenza della specie non fu più riconfermata fino ad oggi. L'Autore in una ricognizione sul posto l'ha ritrovata il 22.07.95 su pascoli della Sella di Bistrizza, sotto il M.te Osternig a m 1700 s.l.m., nella stessa zona precedentemente indicata da PACHER (PACHER & JABORNEGG, 1893: 145). Utilizzando i dati riportati nell'Atlante della Carinzia (HARTL et al., 1992), insieme a quelli d'erbario dell'Università di Lubiana, gentilmente messi a disposizione dal prof. T. Wraber, e a quelli bibliografici è stata elaborata una cartina della distribuzione di questa specie nelle tre regioni limitrofe (fig. 3).

Neslia paniculata, specie infestante delle colture di frumento, era conosciuta in regione soltanto attraverso dati di letteratura; MARCHESETTI (1896-97) la cita per: Chiarbola, Opicina e Basovizza, GORTANI (1905-06) per: Mariano, Moraro, Cormons, Russiz e Cividale, ZIRNICH (1986) per: S. Michele (Carso di Doberdò) e per Romans - Gradisca. Già in passato la specie veniva considerata abbastanza rara e di essa non si hanno recenti conferme in regione (POLDINI et al., 1993).

Problematico è pure il ritrovamento di *Saxifraga biflora* raccolta da Engelthaler sul M. Mangart. L'esemplare è stato determinato da Plemel, ma non senza perplessità ed incertezze, per cui gli è stata allegata una minuziosa descrizione in latino. Trattasi di un esemplare non molto sviluppato, la sua determinazione rimane tuttora dubbia. Il dato diventa ancora più improbabile se si considera l'ecologia e la distribuzione della specie. Infatti è un endemismo delle Alpi centrali, legato ad alte quote i cui ritrovamenti del Trentino, Marmolada – Rif. Contrin – rappresentano l'estremità meridionale del suo areale (HORANDL & GUTERMANN, 1994). La specie è stata inoltre rinvenuta da M. GORTANI (1981, Note postume) sulle rupi calcaree della cima del M. Peralba, ma l'esemplare non è stato ritrovato.

Nel catalogo compilato da Voss è elencato pure l'*Onosma stellulatum* raccolto a Trieste, ma non è stato possibile confermare il dato, in quanto manca il relativo esemplare d'erbario.

Spinto dal desiderio di sapere, Plemel raccoglieva moltissimo e non solo le specie spontanee, ma anche quelle coltivate, pertanto nel suo erbario possiamo rinvenire pure degli esemplari raccolti negli orti e nei giardini (PRAPROTNIK, 1992). Nella lista di specie si può notare la presenza di *Raphanus sativus*, specie comunemente coltivata o subspontanea, e di *Hyssopus officinalis* subsp. *officinalis*, specie tenuta in grande considerazione come pianta officinale e spesso coltivata, raccolta dall'Autore al cimitero di Tarvisio. In quest'ottica va visto a nostro avviso pure l'esemplare di *Aquilegia vulgaris*, raccolta ai Laghi di Fusine e rivisto da PODOBNIK (1978). POLDINI (1991, pp. 802, nota n. 202) considera questa specie

nella nostra regione come forma orticola, che si presenta a volte sinantropica, mentre nella Slovenia orientale la specie è spontanea (PODOBNIK, 1878).

Franc Plemel, fratello di Valentin, ha raccolto nel 1849 a Malborghetto un esemplare di *Bupleurum* erroneamente determinato come *B. aristatum*. Nel 1873 l'esemplare è stato rivisto da Franc Krašan e determinato come *B. ranunculoides* (incl. *B. canalense*).

Manoscritto pervenuto il 13.VII.1995.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.ssa N. Praprotnik per la sua disponibilità, la sua collaborazione e per le notizie fornite; il prof. T. Wraber per averci guidato attraverso la consultazione dell'erbario, nonchè per l'aiuto nella determinazione critica e per gli utili consigli bibliografici. Si ringrazia inoltre il prof. L. Poldini per i consigli forniti durante la stesura del lavoro e per la lettura critica del manoscritto.

ZUSAMMENFASSUNG – Mit einer Forschungsarbeit über die Untersuchung der Herbarien des Priesters Valentin Plemel (1820 - 1875), ein slowenischer Amateur-botaniker, die sich in der Universität Ljubljana (LJU) und im Naturgeschichtlichen Museum Sloweniens (LJM) befinden, wurde sein Beitrag zur Erforschung der Flora in jener gegend der Region Friaul-Julisch Venetien untersucht, der bis zu dem ersten Weltkrieg zu Österreich gehörte.

Aus der Liste von 112 Arten, die von Plemel gesammelt wurden, ergibt sich folgendes:

- 21 Arten werden zum ersten Mal in dem entsprechenden Basisgebiet auch wenn in Grenzeinheiten vorkommend gemeldet;
- bemerkenswert ist das Vorkommen der *Scrophularia scopolii* in der Region, eine Art, die auf nationaler Ebene als appenninisch und sizilianisch bekannt ist;
- zu den Angaben in der Literatur kommt eine einzige Herbariumangabe der *Neslia paniculata*, auch wenn in der Region neuere Bestätigungen fehlen;
- problematisch ist ausserdem das Vorkommen der *Saxifraga biflora*, die von Enghelthaler auf dem Mangart gesammelt wurde.

Bibliografia

ENGELTHALER H., 1874 - Beitrag zur Flora Ober-Krain's. *Werhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, 24: 417-422.

FLEISCHMANN A., 1844 - Übersicht der Flora Krains.

GORTANI L. & M., 1905-06 - Flora friulana con speciale riguardo alla Carnia. Udine.

GORTANI M., 1981 - Supplemento a "Flora friulana con specale riguardo alla Carnia". Note postume. *Ed. Mus. Friul. St. Nat.,* Pubbl. n. 29, pp. 172, Udine.

GOSAR M. & PETKOVSEK V., 1982 - Naravoslovci na Slovenskem. Prispevek o njihovem delu in prizadevanjih od začetka 15. stol. do ustanovitve Univerze v Ljubljani leta 1919. *Scopolia*, 5: 1-38, Ljubljana.

HARTL D., 1965 - Scrophulariaceae. In: HEGI G., Ill. Fl. Mitteleur., 6(1): 1-80, II Ed., München.

HARTL H., KNIELY G. & LEUTE G., 1992 - Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. Klagenfurt.

HORANDL E. & GUTERMANN W., 1994 - Populationsstudien an Sippen von *Saxifraga* sec. *Porphyrion* (*Saxifragaceae*) in den Alpen: I. Hybriden von *S. biflora* und *S. oppositifolia*. *Phyton* (*Horn, Austria*), 34 (1): 143-167.

MARCHESETTI C., 1896-97 - Flora di Trieste e de' suoi dintorni. Trieste.

MAYER E., 1952 - Seznam praprotnic in cvetnic slovenskega ozemlja. *Razprave SAZU*, IV razred, 5: 1-427, Ljubljana.

MEZZENA R., 1986 - L'erbario di Carlo Zirnich (Ziri). *Atti Mus. Civico Storia Nat.*, 38(1): 1-519, Trieste.

PACHER D. & JABORNEGG M. F., 1884 - Flora von Kärnten. *Dicotyledones: Campanulaceae - Hypopityaceae. Jahrb. naturhist. Landes-Mus. Kärnten*, 16: 1-161, Klagenfurt.

PACHER D. & JABORNEGG M. F., 1893 - Flora von Kärnten. II. Nachtrag (*Polypodiaceae - Hypopityaceae*). *Ibid.*, 22: 25-160.

PISKERNIK A., 1949 - Plemel Valentin. In: Slovenski biografski leksikon, 2(7): 377-378, Ljubljana.

PLEMEL V., 1862 - Beiträge zur Flora Krain's. *Drittes Jahresheft des Vereines des Krainischen Landes-Museums*: 120-164, Ljubljana.

PODOBNIK A., 1978 - Prispevek k poznavanju morfološke variabilnosti in razširjenosti agregata *Aquilegia vulgaris* v Sloveniji. *Biol. Vest.*, 26(1): 27-4, Ljubljana.

POLDINI L., 1991 - Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli-Venezia Giulia. *Regione Aut. Friuli V. Giulia*, Udine.

POLDINI L. & VIDALI M., 1993 - Addenda ed errata/corrige all'"Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli Venezia Giulia" (1991). *Gortania-Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 15: 109-134, Udine.

PRAPROTNIK N., 1992 - Botanik Valentin Plemel in njegov herbarij. *Scopolia*, 27: 1-42, Ljubljana.

SCOPOLI J. A., 1760 - Flora carniolica.

SCOPOLI J. A., 1772 - Flora carniolica 1-2. Ed. 2.

WRABER T., 1989 - Nekaj zanimivosti o herbarijskih listkih. *Proteus*, 51: 279-280.

WRABER T., 1990 - Sto znamenitih rastlin na Slovenskem. Ljubljana.

ZIRNICH C., 1986, v. MEZZENA, 1986.

Indirizzo dell'Autore - Author's address:
- dr. Marina PERTOT
Strada del Friuli 140, I- 34136 TRIESTE

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17 (1995)	121-139	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. Barbo, G. Bertani, S. Costalonga, A. Danelutto,
D. Favretto, R. Guerra, R. Pavan, G. Tonussi

SEGNALAZIONI FLORISTICHE DALLA REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA. V (66-105)

FLORISTIC SIGNALLING FROM FRIULI-VENEZIA GIULIA REGION. V (66-105)

Riassunto breve - Nel quinto contributo alla cartografia floristica della regione Friuli-Venezia Giulia si rende noto il ritrovamento di alcune interessanti entità a livello regionale e provinciale: *Polypodium australe, Amaranthus bouchonii, Minuartia hybrida, Cerastium glutinosum, Sagina saginoides, Fumaria capreolata, Sisymbrium irio, Camelina sativa, Erucastrum gallicum, Lathyrus sphaericus, Trifolium incarnatum, Euphorbia humifusa, Smyrnium olusatrum, Bupleurum prealtum, Andromeda polifolia, Galium parisiense, Nonea lutea, Satureja hortensis, Solanum alatum, Scrophularia vernalis, Kickxia spuria, Veronica alpina, Veronica montana, Knautia integrifolia, Erigeron karvinskianus, Bidens cernua, Chrysanthemum coronarium, Silybum marianum, Onopordon acanthium, Centaurea nemoralis, Crepis pyrenaica, Crepis sancta, Allium pallens, Ipheion uniflorum, Vulpia ciliata, Psilurus incurvus, Aegilops cylindrica, Sporobolus poiretii, Setaria ambigua, Carex hallerana.*
Parole chiave: Floristica, Friuli-Venezia Giulia, Italia nord-orientale.

Abstract - *The paper deals with the five contribution to the floristic cartography of Friuli-Venezia Giulia Region (North-East Italy) and mentiones these entities:* Polypodium australe, Amaranthus bouchonii, Minuartia hybrida, Cerastium glutinosum, Sagina saginoides, Fumaria capreolata, Sisymbrium irio, Camelina sativa, Erucastrum gallicum, Lathyrus sphaericus, Trifolium incarnatum, Euphorbia humifusa, Smyrnium olusatrum, Bupleurum prealtum, Andromeda polifolia, Galium parisiense, Nonea lutea, Satureja hortensis, Solanum alatum, Scrophularia vernalis, Kickxia spuria, Veronica alpina, Veronica montana, Knautia integrifolia, Erigeron karvinskianus, Bidens cernua, Chrysanthemum coronarium, Silybum marianum, Onopordon acanthium, Centaurea nemoralis, Crepis pyrenaica, Crepis sancta, Allium pallens, Ipheion uniflorum, Vulpia ciliata, Psilurus incurvus, Aegilops cylindrica, Sporobolus poiretii, Setaria ambigua, Carex hallerana.
Key words: *Flora, Cartography, Friuli-Venezia Giulia, North-East Italy.*

Introduzione

L'attività dei soci del Gruppo Regionale di Esplorazione Floristica ha portato fra l'altro ad alcuni ritrovamenti degni di nota dei quali si dà di seguito comunicazione.

Il presente contributo si aggiunge ai quattro precedentemente pubblicati su questa stessa rivista da Poldini & Vidali (*Gortania-Atti Mus. Friul. St. Nat.*, Udine, 6: 191-202, 1984)

e MARTINI & POLDINI (*Ibid.*, 9: 145-168, 1987; 10: 145-162, 1989; 13: 137-156, 1991).

La nomenclatura segue EHRENDORFER & Coll., Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (1973), PIGNATTI, Flora d'Italia (1982), POLDINI, Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli-Venezia Giulia (1991) e TUTIN, HEYWOOD et al., Flora Europaea (1964-80).

G. BERTANI, S. COSTALONGA, R. GUERRA

66. *Andromeda polifolia* L. (Ericaceae)

Secondo ritrovamento per l'area cartografata della provincia di Udine.

R e p e r t i. Prov. UD - Alpi Carniche orientali, Torbiera a Nord-Ovest del passo Meledis (Paularo-UD) a poche decine di metri dal confine, in territorio austriaco (Straniger Alm), m 1500 (9444/2), 27 Jul 1993, Bertani, Costalonga et Guerra (TSB).

O s s e r v a z i o n i. Dopo la segnalazione, per la forcella Lavardet (9541/2), di VILLANI & BUSNARDO in MARTINI & POLDINI (*Gortania,* 9 (1987): 151, 1988), questo ritrovamento è una ulteriore conferma della presenza della specie nell'area cartografata.

S. COSTALONGA

67. *Scrophularia vernalis* L. (Scrophulariaceae)

Prima segnalazione per l'area cartografata della provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. TV - Fregona, bordo strada nel Pian del Cansiglio tra Ponte Val Cappella e Ponte Val dell'Ors, m 1075 (9940/3), 2 Jun 1993, Costalonga (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Specie di boschi umidi di latifoglie, viene data da PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 536, 1982) come rara ed a distribuzione molto frammentata.

In regione le indicazioni per il Cividalese di GORTANI (Fl. Friul., 2: 347, 1906) sono state, anche recentemente, riconfermate.

La stazione del Cansiglio, con numerosi esemplari, ricade nell'area di base 9940 ed è situata a poche centinaia di metri ad ovest del punto di incrocio delle tre provincie (TV, BL, PN) ed è presumibile che *Scrophularia vernalis* possa trovarsi anche in altri luoghi vicini.

S. COSTALONGA, R. PAVAN

68. *Minuartia hybrida* (Vill.) Schischkin (Caryophyllaceae)
(Syn.: *M. tenuifolia* (L.) Hiern, *Alsine tenuifolia* (L.) Crantz)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, bordi erbosi dei viali nel cimitero di S. Odorico (10041/3) m 23, 18 Apr 1994, Pavan (Herb. Costalonga); ibidem, 19 Apr 1994, Costalonga (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Molto comune nella zona mediterranea, al nord è piuttosto rara (PIGNATTI, Fl. Ital., 1: 201, 1982). In POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 519, 1991) questa specie è presente, sia come dati di letteratura che di campagna, in diverse aree di base in provincia di Udine e di Gorizia e, con solo dati di letteratura, per un'unica area di base del Triestino.

Minuartia hybrida (Vill.) Schischkin è stata successivamente osservata anche nei cimiteri di Coltura (9940), Stevenà (10040), Caneva (id.) e Portobuffolè (10141).

69. *Cerastium glutinosum* Fries (Caryophyllaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, bordi erbosi dei viali nel cimitero di S. Odorico (10041/3) m 23, 18 Apr 1994, Pavan (Herb. Costalonga); ibidem, 19 Apr 1994, Costalonga (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Questa specie, comune in tutta Italia (PIGNATTI, Fl. Ital., 1: 221), nella destra Tagliamento non era stata finora osservata (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 256, 1991).

È probabile che sia stata scambiata con altri *Cerastium* ed in particolare, come annota PIGNATTI (cit.), venga confusa con *Cerastium pumilum* Curtis.

Cerastium glutinosum Fries è stato successivamente osservato anche nei Cimiteri di S. Lucia di Budoia (9941), S. Quirino (9942) e Caneva (10040).

70. *Sagina saginoides* (L.) Karsten (Caryophyllaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Nei pressi della Forcella Val Grande (tra il M. Cavallo e il M. Caulana) in Comune di Barcis (9840/4) m 1920, 16 Jul 1994, Costalonga et Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Specie di vallette nivali e pascoli alpini, è data da PIGNATTI (Fl. Ital., 1: 224, 1982) come comune per le Alpi, da 1700 a 2000 m. Nella nostra regione è nota solo per la provincia di Udine (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 657, 1991).

71. *Camelina sativa* (L.) Crantz (Cruciferae)

Prima segnalazione per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, terreno di riporto presso il cimitero di S. Odorico (10041/3), m 23, 13 Jun 1993, Pavan (TSB).

O s s e r v a z i o n i. Nota in regione solo per il Triestino e il Cividalese, questa specie, coltivata una volta per i suoi semi, "con l'abbandono delle colture è divenuta assai rara" (PIGNATTI, Fl. Ital., 1: 441, 1982).

72. *Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz (Cruciferae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone e seconda segnalazione per la Regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, su terreno di riporto in zona di recente urbanizzazione in località S. Giovanni di Livenza (10041/3), m 19, 26 Oct 1993, Pavan (TSB, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. La prima segnalazione per il Friuli è dovuta a MEZZELANI & PERUZOVICH (MARTINI & VIDALI, *Gortania*, 6 (1984): 193) per la Val Dogna nelle Alpi Giulie occidentali dove la specie è stata rinvenuta nell'ottobre del 1983.

Per il Feltrino, è frequente nei greti del Piave e Cordevole insieme alla congenere *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O.E. Schulz (LASEN, *Studia Geobot.*, 3 (1983): 73). Anche nella vicina Carinzia *Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz risulta molto diffuso (HART et al., Verbreit. d. Farn u. Blütenpfl. Kärtn.: 169, 1992).

73. *Lathyrus sphaericus* Retz (Leguminosae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Caneva, prato presso il Castello di Caneva sul Col de Fer (10040/2), m 220, 10 Jun 1985, Pavan (TSB, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Questa specie, che viene data da PIGNATTI (Fl. Ital., 1: 693, 1982) come rara per l'Italia settentrionale, risulta presente in tutte le aree di base del triestino (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 471, 1991) estendendosi a ovest fino al Cormonese (10046) e presso Villa Vicentina (10146). Le segnalazioni di GORTANI (Fl. Friul., 2: 265, 1905-1906) per Udine e Orgnano non sono state finora riconfermate.

74. *Trifolium incarnatum* L. subsp. *molinerii* (Balb. ex Horn.) Syme (Leguminosae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Caneva, località "I Pian" sopra le cave di Sarone (9940/4) m 190, 14.05.94, Costalonga et Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Viene data da PIGNATTI (Fl. Ital., 1: 735, 1982) come rara per l'Italia settentrionale, ma comune per il Triestino, la Liguria e buona parte dell'Italia centro-meridionale. In POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 753, 1991) oltre che per il Triestino e il Goriziano è segnalata, con dati di campagna, anche per la provincia di Udine.

A differenza di *Trifolium incarnatum* L. subsp. *incarnatum* che presenta dei vistosi capolini a fiori rosso-vivo ed è una pianta coltivata, la subsp. *molinerii* (Balb. ex Horn.) Syme ha dei capolini a fiori bianco-rosei e cresce spontanea o spontaneizzata in luoghi aridi, ma è piuttosto rara in Friuli.

75. *Euphorbia humifusa* Willd. (Euphorbiaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Caneva, presso il cimitero (10040/3) m 44, 19 Sept 1994, Pavan (Herb. Costalonga); Sacile, cimitero di Cavolano (10041/3) m 24, 19 Sept 1994, id. coll. (Herb. Costalonga); Pordenone, bordo strada a Rorai Grande (10041/3) m 44, 27 Sept 1994, id. coll. (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. È una specie annuale, a portamento prostrato, di 5-15 cm, a fioritura estivo-autunnale che è diffusa negli incolti calpestati, selciati, margini delle vie spesso insieme alle consimili *Euphorbia maculata* L. ed *Euphorbia prostrata* Aiton.

Non era finora nota per la Destra Tagliamento (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 346, 1991).

76. *Galium parisiense* L. (Rubiaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone e rediviva per la Regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, nei vialetti del Cimitero di Cavolano (10041/3) m 22, 3 Jun 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga); Pordenone, in via F. Cavallotti (10041/2) m 32, 8 Jun 1994, Pavan (Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Secondo PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 376, 1982) questa specie, comune nella Penisola ed Isole, è piuttosto rara al nord con presenza solo nella zona collinare. Viene riportata da POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 376, cart. e nota n. 1104, 1991) solo come dati di letteratura risalenti a GORTANI (Fl. Friul.: 397, 1906), MARCHESETTI (Fl. Trieste e dint.: 263, 1986-97) e ZIRNICH in MEZZENA (*Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 363, 1986).

Galium parisiense L. è una specie annuale di cm 5-20 (40) con fusti prostrati o ascendenti a foglie di 1x7-8 mm, verticillate a 5-7 e piccoli fiori a corolla verde-rossastra di circa mm 1. Si distingue dal consimile *Galium divaricatum* Lam., anche questo già trovato in passato in Friuli (POLDINI, cit., pag. 374 e 813), per avere il frutto con mericarpi spesso con peli ricurvi (glabri in *G. divaricatum* Lam.) e l'infiorescenza allungata con brevi rami capillari (in *G. divaricatum* Lam. l'infiorescenza è più ampia e con rami allungati: si vedano le iconografie in PIGNATTI, cit.).

Ambedue queste specie si possono trovare in incolti aridi, bordi di vie ed è probabile che la loro presenza passi inosservata.

77. *Satureja hortensis* L. (Labiatae)

Specie naturalizzata nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Budoia, nei pressi del torrente asciutto Artugna in località S. Lucia (9941/3) m 80, 16 Oct 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Da PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 478, 1982) viene riportata come pianta coltivata, inselvatichita o subspontanea in parecchie regioni italiane, specialmente dell'Italia settentrionale e centrale. La specie, per la nostra regione, è menzionata da POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 798, 1991) solo nell'elenco delle piante coltivate e saltuariamente inselvatichite. Da GORTANI (Fl. Friul., 2: 380, 1906) veniva segnalata, per il Friuli e la Carnia, in "campi, strade e ghiaie dei torrenti dalla reg. pad. alla mont.". Anche DALLA FIOR (La nostra flora: 585, 1974) ne segnala la presenza, come spontanea, nel circondario di Arco in Trentino.

Il ritrovamento di *Satureja hortensis* L., in numerosi esemplari, nei bordi sassosi dell'alveo asciutto del torrente Artugna, lontano da centri abitati, fa supporre che la presenza sia di vecchia data. La specie è stata successivamente osservata anche a Sacile, a ridosso di un muro nel cimitero di Cavolano (10041).

78. *Solanum alatum* Moench (Solanaceae)
(Syn.: *S. luteum* Miller subsp. *alatum* (Moench) Dostàl, *S. miniatum* Bernh.)

Specie rediviva per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Caneva, presso una casera abbandonata a Bocca di Val (10040/3), m 135, 1 Nov 1993, Costalonga et Pavan (TSB).

O s s e r v a z i o n i. L'unica segnalazione per la destra Tagliamento (ora provincia di Pordenone) risale a GORTANI (Fl. Friul., 2: 342, 1906) che la indicavano per Maniago.

Viene riportata da PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 514, 1982) come sottospecie di *S. luteum* e risulta diffusa in tutta l'Italia.

La specie è stata pure osservata, in parecchi esemplari (16.11.1993 Costalonga et Pavan in Herb. Costalonga), anche nella vicina area di base 9941 (Aviano) in ambiente ruderale vicino al torrente Artugna a m 148.

79. *Kickxia spuria* (L.) Dumort. (Scrophulariaceae)
(Syn.: *Linaria spuria* (L.) Miller)

Specie nuova per la provincia di Pordenone e rediviva per la Regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Polcenigo, bordo strada sterrata in località Mezzomonte (9940/2) m 550, 11 Sept 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 551, 1982) riporta questa specie come comune in tutto il territorio italiano. Per la nostra regione mancano, finora, dati recenti di campagna e in POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 458, 1991) la specie viene segnalata, con dati di letteratura risalenti a GORTANI (Fl. Friul.: 345, 1906), MARCHESETTI (Fl. Trieste e dint.: 401, 1986-97) e ZIRNICH in MEZZENA (*Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 421, 1986), solo per il Friuli orientale e il Triestino.

Era considerata malerba delle colture insieme alla congenere *Kickxia elatine* (L.) Dumort, ritrovata anche questa in provincia di Pordenone (Fontanafredda, incolti a Vigonovo (10041/1) m 35, 27.10.89, Costalonga et Pavan in Herb. Costalonga).

80. *Veronica alpina* L. (Scrophulariaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Forcella Val Grande (tra il M. Cavallo e il M. Caulana) in Comune di Barcis (9840/4) m 1920, 16 Jul 1994, Costalonga et Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. È specie di vallette nivali ed anfratti umidi, comune nelle Alpi da 1500 a 3000 m (PIGNATTI, Fl. Ital., 2: 560, 1982). Per il Friuli Venezia Giulia POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 774, 1991) la riporta solo per le Alpi Carniche e Giulie in provincia di Udine.

Nei pressi della Forcella insieme a *Veronica alpina* L. sono state osservate: *Thlaspi minimum* Ard. (in fruttificazione), *Sagina saginoides* (L.) Karsten (pure nuova per la provincia), *Saxifraga moschata* Wulfen, *Saxifraga sedoides* L., *Carex ornithopodioides* Hausm, *Galium baldense* Sprengel, etc.

81. *Veronica montana* L. (Scrophulariaceae)

Seconda segnalazione per la cartografia del Friuli Venezia Giulia.

R e p e r t i. Prov. TV- Fregona, Bosco del Cansiglio in località Vallorch (9940/1) m 1140, 26 Jun 1994, Pavan (Herb. Costalonga); ibidem, 30 Jul 1994, Costalonga et Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. In PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 570, 1982) è descritta come specie di ambienti ombrosi e umidi in boschi di latifoglie, soprattutto faggete e viene data come rara per le Alpi e gli Appennini. POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 838, nota 2719, 1991) ne esclude la presenza in Friuli Venezia Giulia, sebbene da GORTANI (Fl. Friul., 2: 351, 1906) venga segnalata come presente nell'erbario dell'abate Brumati (1774-1855) con l'indicazione generica "Raccolta *in pedemontanis Forijulii*". (1)

Il luogo del rinvenimento, nel bosco del Cansiglio, ricade nell'area di base 9940 distante circa 2 Km dal confine regionale e la specie potrebbe essere presente in altre parti del bosco, anche in territorio regionale. (2) Bisogna fare attenzione a non confonderla, quando non è in fioritura o fruttificazione, con *Veronica chamaedrys* L. che si distingue per avere le foglie subsessili (picciolate in *V. montana*) e il fusto con due linee di peli opposte (il fusto è peloso tutto intorno in *V. montana*).

82. *Erigeron karvinskianus* DC. (Compositae)

Specie esotica nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Polcenigo, vecchio muro nel cimitero di Coltura (9940/4) m 43, 21 Apr 1994, Pavan (Herb. Costalonga); ibidem, 30 Apr 1994, Costalonga et Pavan (TSM, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. È una specie coltivata per ornamento e naturalizzata sui muri e rupi umide in parecchie zone italiane, dalla Lombardia alla Sicilia (PIGNATTI, Fl. Ital., 3: 24, 1982). In regione è nota, finora, soltanto per una stazione nel Triestino (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 811, 1991).

---

(1) Esistono peraltro due attestazioni di LORENZONI & PAIERO (*Mondo Sotterraneo*: 21, 1966, Udine) dal Cividalese, delle quali non si ebbero successivi riscontri. ZIRNICH in MEZZENA (*Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 431, 1986) la riporta ancora per il bosco di Panovec presso Gorizia e per i Monti Golaki nella Selva di Tarnova. Entrambe le località sono situate però in territorio sloveno.

(2) *Veronica montana* L., nell'estate del 1995, è stata trovata in località Col Piova (9940/2) m 1100 e nel vicino Pian delle Stele, situati nel comune di Polcenigo (PN), da R. Fiorentin, P. Paiero e S. Tasinazzo nel corso di un'indagine floristica riguardante le Riserve Integrali del Cansiglio Orientale. Trovata pure a Caneva (PN) in un bosco di latifoglie nei pressi del Col de San Martin di Sarone (10040/2) m 40, il 25 aprile 1996 da P. Filippin e A. Bruna.

83. *Bidens cernua* L. (Compositae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Polcenigo, fosso nel Palù del Livenza (9940/4) m 31, 4 Sept 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. *Bidens cernua* L. è una specie annuale che predilige le zone umide ed è data da PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 53, 1982) come rara per l'Italia settentrionale, Toscana, Abruzzo, Lazio e Calabria. In regione è segnalata per le provincie di Udine e Gorizia (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 187, 1991).

84. *Onopordon acanthium* L. (Compositae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, in località S. Giovanni di Livenza (10041/3) m 18, 8 Jun 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Questa specie viene data come comune nel Nord Italia ma più rara nel Meridione (PIGNATTI, Fl. Ital., 3: 165, 1982). Nella nostra regione la specie è stata segnalata solo per il Triestino e il Goriziano e i dati di letteratura sono stati per la maggior parte confermati (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 539, 1991).

85. *Centaurea nemoralis* Jordan (Compositae)
(Syn.: *C. debeauxii* Gren. & Godron subsp. *nemoralis* (Jordan) Dostàl, *C. nigra* L. subsp. *nemoralis* (Jordan) Gremli)

Specie nuova per la Regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Polcenigo, bordo strada forestale sterrata a Longiarezze di Mezzomonte, m 560 (9940/2), 21 Sep 1992, Pavan (TSB); ibidem a m 580 (9941/1), 10 Sep 1993, id. coll. (TSB); ibidem a m 600 (9940/2), 19 Sep 1993, Costalonga (TSB).

O s s e r v a z i o n i. Secondo DOSTÀL (in TUTIN et al., Fl. Eur., 4: 292, 1976) è specie ovest europea, con areale che va dalla Spagna verso nord fino all'Olanda e Inghilterra. Per l'Italia viene segnalata da PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 202, 1982) come rara o poco osservata per le Alpi Occidentali in Piemonte e forse altrove.

Centaurea nemoralis è presente, in numerosi esemplari, ai bordi di una strada forestale di recente costruzione per un tratto di circa due chilometri ricadente in due aree di base diverse (9940 e 9941). Sono stati osservati anche numerosi ibridi di *C. nemoralis x bracteata* e, meno frequenti, di *C. nemoralis x vochinensis*.

La presenza di questa specie solo in questo tratto di strada si può spiegare con l'ipotesi di un'introduzione accidentale.

86. *Crepis pyrenaica* (L.) Greuter (Compositae)
(Syn.: *C. blattarioides* (L.) Vill.)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Aviano, Piancavallo lungo il sentiero che da Pian delle More porta a Forcella Giais (9841/3) m 1300, 24 Jul 1994, Costalonga et Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Questa specie viene segnalata come rara da PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 274, 1982) per le Alpi. Per la nostra regione POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 289, 1991) ne segnala la presenza solo per la Provincia di Udine.

Per la provincia di Pordenone *Crepis pyrenaica* era stata osservata in precedenza anche durante un'escursione del GREF sul M. Buscada in comune di Erto (9640/3) m 1800 il 28.07.1987 (reperto in Herb. Costalonga) e schedata sub *C. blattarioides,* ma omessa dall'Atlante.

87. *Allium pallens* L. (Liliaceae)
(Syn.: *A. coppoleri* Tineo)

Specie nuova per le provincie di Udine e Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Polcenigo, bordo strada nel borgo vecchio di Coltura (9940/4), m 75, 11 Jul 1993, Costalonga et Pavan (TSB, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. *Allium pallens* è una specie diffusa in molti paesi del Sud Europa (TUTIN et al., Fl. Eur., 5: 60, 1980). Viene data da PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 387, 1982) per l'Italia meridionale, per Italia centrale e per il Triestino, con carattere di rarità o confusa con le specie vicine.

POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 125, 1991) riporta i dati di letteratura desunti dal MARCHESETTI (Fl. Trieste e dint., 1896-97).

88. *Vulpia ciliata* (Danth.) Link (Graminaceae)

Specie nuova per la provincia di Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, bordi erbosi dei vialetti nel cimitero di Cavolano (10041/3) m 22, 16 Mai 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Viene data da PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 477, 1982) come comune in tutta Italia, però rara al nord e solo nell'area della vite. In POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 793, 1991) risulta segnalata solo per il Triestino e il Friuli orientale.

89. *Psilurus incurvus* (Gouan) Schinz & Thell (Graminaceae)

Specie nuova per le provincie di Udine e Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, nei vialetti del Cimitero di Cavolano (10041/3) m 22, 16 Mai 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. Questa graminacea, diffusa nelle regioni circummediterranee in luoghi aridi e sabbiosi (TUTIN T.G. et al., Fl. Eur., 5: 173, 1980), comune in Liguria e nella Penisola, è data come rara per i bordi della Padania dal Triestino alle Langhe (PIGNATTI, Fl. Ital., 3: 517, 1982). Viene segnalata da POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 618, cart. e nota n. 2070, 1991) per 3 aree di base (due nel Triestino e una nel Goriziano).

90. *Sporobolus poiretii* (Roem. & Schult.) Hitch. (Graminaceae)

Esotica nuova per la Regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, bordo erboso del parcheggio a sud di Campo Marzio (100411/1) m 20, 19 Nov 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. È una specie nordamericana che PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 601, 1982) segnala solo per poche regioni italiane, dalla Lombardia alla Campania. Nell'estate del 1990 viene trovata a Venezia nelle vicinanze di Punta Sabbioni nel Litorale del Cavallino (MELZER & BREGANT, *Gortania*, 13 (1991): 117, 1992). Un'altra stazione viene trovata in un'aiuola vicino alla stazione ferroviaria di Treviso (22 Jul 1993, Pavan in TSB, Herb. Costalonga).

È possibile che questa graminacea esotica sia stata introdotta con le sementi usate per l'inerbimento di aree urbane, come affermano MELZER & BREGANT in *Gortania* (cit.) e che ora sia in espansione, anche nella nostra regione, come le congeneri *S. vaginiflorus* (Torr.) Wood e *S. neglectus* Nash, con a *Paspalum dilatatum* Poiret ed *Eragrostis franckii* C.A. Meyer ex Steudel.

91. *Setaria ambigua* Guss. (Graminaceae)
(Syn.: *S. decipiens* Schimper)

Specie nuova per la provincia di Pordenone e rediviva per il Friuli.

R e p e r t i. Prov. PN - Sacile, Pra' Castelvecchio ex Foro Boario (10041/1) m 21, 8 Jul 1994, Pavan (TSB, UDM, Herb. Costalonga).

O s s e r v a z i o n i. PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 613, 1982) ne segnala la presenza per tutto il territorio italiano, ma con carattere di rarità, salvo per la Toscana e per le Marche dove la specie è comune. In Friuli V. G. *Setaria ambigua* è stata riconfermata solo per l'area di base di Trieste (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 700, 1991, sub *S. decipiens*), mentre la segnalazione di GORTANI (Fl. Friul., 2: 57, 1906) per la zona di Udine non ha avuto finora riscontro.

92. *Carex hallerana* Asso (Cyperaceae)

Specie nuova per le provincie di Udine e Pordenone.

R e p e r t i. Prov. PN - Caneva, nei pressi dei ruderi del Castello di Caneva (10040/2), m 220, 10 Apr 1982, Costalonga (Herb. Costalonga); ibidem, 10 Mai 1994, Costalonga et Pavan (TSB, UDM).

O s s e r v a z i o n i. Secondo PIGNATTI (Fl. Ital., 3: 660, 1982) questa specie, comune nella penisola ed isole, al nord è presente solo in stazioni aride della fascia collinare. L'unica stazione riportata da GORTANI (Fl. Friul., 2: 91, 1906) si riferisce al ritrovamento di Brumati e di Pirona "nelle fessure delle rupi" presso i Bagni di Monfalcone.

In POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 231, cart. n. 521, 1991) la specie è presente nelle aree di base dal Triestino al Goriziano e l'area di base più occidentale è la 10346 di Grado.

A. DANELUTTO

93. *Polypodium australe* Fèe (Polypodiaceae)

Specie nuova per il Friuli.

R e p e r t i. Prov. UD - Osoppo, Forte (9744/1 e 2), da ca. m 200 a m 300, 23 Jan 1994, Danelutto (TSB).

O s s e r v a z i o n i. Specie eurimediterranea distribuita in tutta l'Europa centro-meridionale.

Per PIGNATTI (Fl. Ital., 1: 69, 1982) è presente in quasi tutto il territorio italiano, ad eccezione del Friuli, del Trentino-Alto Adige e del Piemonte.

Nella nostra regione è segnalata solamente per alcune stazioni del Carso triestino e goriziano, ove colonizza pareti rocciose e scoscese – esclusivamente carbonatiche – di abissi e voragini (POLDINI, Veg. Carso isont. triest.: 44, 1989).

GORTANI (Fl. Friul., 2: 43, 1906) riferisce il rinvenimento della specie da parte di Lorenzi a Gervasutta, presso Udine.

Fornaciari la segnala pure per il Forte di Osoppo, ma gli esemplari d'erbario conservati presso il Museo Friul. di Storia Nat. di Udine sono da attribuire a *Polypodium vulgare*.

Gli esemplari di *Polypodium australe*, che non presentano parafisi, sono stati revisionati dallo specialista Marchetti, il quale ha confermato che si tratta della specie in questione.

Sul Forte di Osoppo questa felce si trova o su qualche vecchio muro o su rocce affioranti, soprattutto sul versante meridionale del colle.

94. *Amaranthus bouchonii* Thell. (Amaranthaceae)

Specie nuova per la Regione.

R e p e r t i. Prov. UD - Magnano in Riviera (9744/4), m 200, 11 Oct 1992, Danelutto (FI, TSB)

O s s e r v a z i o n i. Questa specie annua, forse di origine nordamericana, fu osservata per la prima volta dal botanico francese Bouchon nel 1925 (Pignatti, Fl. Ital., 1: 179, 1982).

Aellen in Tutin et al. (Fl. Eur., 1: 109, 1964) la indica per la Francia, Svizzera e Germania. Qui, secondo Rothmaler (Excursionsfl., 4: 163, 1988) è abbastanza diffusa nella parte centrale della valle dell'Elba, rara altrove.

In Italia viene segnalata da Pignatti (cit.) solo per Roma e dintorni nella var. *cacciatoi* Aellen, la quale contrariamente al tipo, ha capsula spesso con deiscenza circolare. Annotiamo per inciso che la specie si distingue da tutte le congeneri a portamento eretto e infiorescenze terminali per la capsula indeiescente.

È probabile che sin qui sia stata poco osservata in quanto molto simile ai più comuni *A. hybridus* L. (= *A. chlorostachys* Willd.) e *A. retroflexus* L..

Di recente Zanotti (*Natura Bresciana, Atti Mus. Civ. Sci. Nat.*, Brescia, 16: 59, 1991) lo indica da più punti del Bresciano, per cui è da supporre il suo infeudamento per lo meno in tutta l'Italia settentrionale orientale.

95. *Aegilops cylindrica* Host (Graminaceae)

Specie nuova per la provincia di Udine.

R e p e r t i. Prov. UD - Fraz. S. Gottardo (Buse dai Veris) (9945/2), m 110, 10 Jun 1993, Danelutto (TSB, UDM).

O s s e r v a z i o n i. Specie S-E Europeo-pontica. È diffusa (Tutin T.G. et al., Fl. Eur., 5: 201, 1980) nell'Europa centro-orientale (non va più a nord della Cecoslovacchia) e nell'Europa sudorientale; localmente e casualmente è naturalizzata in Francia ed in Italia.

Pignatti (Fl. Ital., 3: 543, 1982) la segnala, rarissima, avventizia per il Triestino, Aosta, le Langhe e Gravina di Puglia.

Nella nostra regione è segnalata (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 112, 1991) per il territorio ad est dell'Isonzo.

D. FAVRETTO

96. *Ipheion uniflorum* (Lindley) Raf. (Liliaceae)

Esotica nuova per la Regione.

R e p e r t i. Prov. TS - Trieste, località M. Radio (0348/2), m 180, Apr 1992, Favretto (FI, TSB); Monfalcone (GO) (0147/3), sfuggito a coltura, m 15, Apr 1992, leg. D. Favretto, det. M. Tasha Reilly (TSB).

O s s e r v a z i o n i. La determinazione è stata effettuata da Mr. Tasha Reilly (Enquiry Unit - Royal Bot. Garden Kew, Richmond) su esemplari raccolti a Monfalcone.

È specie originaria del Sudamerica (Uruguay, Argentina), coltivata dalla seconda metà dell'800 in Liguria (PENZIG, *Arch. Bot.*, 1: 146, 1925; PUCCINI, *Giorn. Bot. Ital.*, 57: 13-33, 1950; PECCENINI, *Atti Conv. Int. "Scambi floristici Vecchio e nuovo Mondo"*, 135, 1991), ma secondo WEBB in TUTIN et al. (Fl. Eur., 5: 70, 1980) l'Italia non risulta fra i paesi di avventiziato.

R. GUERRA

97. *Bupleurum prealtum* L. (Umbelliferae)

Specie nuova per la provincia di Udine.

R e p e r t i. Prov. UD - Gemona del Friuli/Artegna, presso il torrente Orvenco (9744/2), m 913, 11 Sep 1993, Guerra (TSB).

O s s e r v a z i o n i. È specie pontica diffusa nell'Europa centro-meridionale (TUTIN T.G. et al., Fl. Eur., 2: 347, 1992).

PIGNATTI (Fl. Ital., 2: 214, 1982) la segnala per il Triestino, il M. Baldo, le Alpi Marittime e per tutte le regioni italiane a sud di Liguria ed Emilia-Romagna comprese.

POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 202, 1991) la indica per il litorale friulano orientale, per il Goriziano e per il Carso, a conferma di quanto riportato dallo stesso autore nel Catalogo Floristico del Friuli-Venezia Giulia (*Studia Geobot.*, 1 (2): 395, 1980), ove è menzionata per Grado, il Vallone di Gorizia, il Carso e l'Istria.

GORTANI (Fl. Friul., 2: 278, 1906), riprendendo segnalazioni di PIRONA (Fl. forojul. Syll.: 63, 1855), la indica per i luoghi sassosi del Carso, presso Monfalcone.

La specie è stata rinvenuta probabilmente avventizia sulla riva del torrente Orvenco, in ambiente ruderale spesso rimaneggiato, in prossimità della strada provinciale Artegna-Gemona.

G. Tonussi

98. *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (Compositae)

Specie nuova per la provincia di Udine.

R e p e r t i. Prov. UD - Castions di Strada (incrocio SS. Napoleonica con strada Castions-Chiasellis), m 27 (10045/3), 2 Jul 1994, Tonussi (TSB).

O s s e r v a z i o n i. Specie eurimediterranea, la cui distribuzione regionale è costante solamente nel Triestino (Poldini, Atl. corol. piante vasc. FVG: 709, 1991).

È stata rinvenuta anche nel Goriziano (Zirnich in Mezzena, *Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 129, 1986).

Per il Friuli già esclusa dal Gortani (Fl. Friul, 2: 497, 1906) è stata indicata recentemente da A. Bruna a Maniago di Mezzo (PN) (in Martini & Poldini, *Gortania*, 10 (1988): 156-158, 1989).

Il popolamento di Castions di Strada, abbastanza consistente, si trova su terreno incolto, in prossimità di un incrocio di strade assai frequentate e costituisce molto probabilmente un relitto di antiche coltivazioni come pianta officinale.

Attualmente è in via di estinzione nell'intera Italia Settentrionale (Pignatti, Fl. Ital., 3: 163, 1982).

M. Barbo

99. *Fumaria capreolata* L. (Papaveraceae)

Specie nuova per la regione.

R e p e r t i. Prov. PN - Torre di Pordenone nei pressi di Casa Serena, m 50 (100/42), 16 Maj 1994, Barbo (MFU).

O s s e r v a z i o n i: Specie eurimediterranea largamente diffusa nel bacino del Mediterraneo ed in Europa occidentale. Si tratta di una specie sinantropica, infestante nelle vigne, negli orti ed anche negli incolti.

In Italia è comune nella regione mediterranea, mentre al Nord è rara e localizzata nelle zone più calde (Pignatti, Fl. Ital., 1: 363, 1982).

La stazione, costituita da alcune decine di individui in uno spazio di pochi metri quadrati è andata in seguito distrutta per la costruzione di una casa.

100. *Sisymbrium irio* L. (Cruciferae)

Conferma della presenza per la provincia di Trieste.

Reperti. Prov. TS - Trieste: via Paisiello in un prato (103/48), 13 Apr 1995, Barbo (MFU).

Osservazioni. Questa specie paleotemperata è presente in tutto il territorio italiano, ma è comune soltanto nella regione mediterranea, mentre al Nord è rara. Vive negli incolti, negli orti e nelle siepi (Pignatti, Fl. Ital., 1: 376, 1982).

Nel Friuli-Venezia-Giulia, nel corso delle ricerche per la cartografia floristica è stata trovata finora solo a Pordenone (Poldini, Atl. corol. piante vasc. FVG: 710, 1991). Per il resto, ci sono soltanto dati di letteratura, e precisamente tre località del Triestino, una del Goriziano e una in Carnia. Nel Triestino è stata segnalata nel Porto nuovo, a Campo Marzio (Marchesetti, Fl. Trieste: 29, 1897) e a Zaule (Zirnich in Mezzena, *Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 161, 1986). Quest'ultimo reperto risale al 1924. A questi, per completezza d'informazione aggiungo un campione senza data della collezione Funaioli (TSB), raccolto a Cattinara, da me rivisto. La specie viene indicata anche per Podgora nei pressi di Gorizia (Pospichal, Fl. oesterr. Küstenl., 1: 489, 1897) e nei pressi di Tolmezzo (Gortani, Supplem. Fl. Friulana: 79, 1981).

Nonostante io abbia effettuato numerose osservazioni ed erborizzazioni nella stazione da me trovata e nei dintorni fin dal 1991, soltanto nel 1995 ho osservato una ventina di individui di *Sisymbrium irio*, ridotti a quattro nella stagione successiva. Ritengo perciò che questa specie in regione, come molte altre osservate sporadicamente, sia un'avventizia incostante.

101. *Smyrnium olusatrum* L. (Umbelliferae)

Seconda segnalazione per la regione.

Reperti. Prov. TS - Trieste: Via Paisiello, incolto ai margini di un giardino (103/48), 2 Dec 1995, Barbo (MFU).

Osservazioni. Specie mediterraneo-atlantica, molto comune nell' Italia centromeridionale, al Nord è rara, spesso avventizia incostante o residuo di antiche coltivazioni per usi alimentari (Pignatti, Fl. Ital., 2: 187, 1982).

L'unica segnalazione per la regione (Trieste presso Campo Marzio) risale al Marchesetti (Marchesetti, Fl. Trieste: 224, 1897). Si tratta di una popolazione derivata colto nel 1926 da

Zirnich, il quale segnala che ormai la specie è diventata rara (Zirnich in Mezzena, *Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 457, 1986). Durante i lavori per la cartografia floristica della regione la specie non è stata ritrovata (Poldini, Atl. corol. piante vasc. FVG: 712, 1991). La stazione consta all'incirca di una decina di esemplari, forse sfuggiti da coltivazione in qualche giardino limitrofo.

102. *Nonea lutea (*Desr.) DC (Boraginaceae)
(Syn.: *Nonea setosa* R. et S.)

Specie nuova per la regione.

R e p e r t i. Prov. TS - Trieste: Via Paisiello, lungo un marciapiede e in un aiuola, m 50 (103/48), 13 Apr 1995, Barbo (MFU).

O s s e r v a z i o n i. Specie dell'Europa sudorientale con baricentro in Ucraina e Russia Meridionale.

Per l'Italia ci sono soltanto cinque segnalazioni di questa specie ruderale risalenti alla fine del secolo scorso. È stata segnalata come avventizia incostante presso gli orti botanici di Firenze, Modena, Perugia ed inoltre a Parma e Gallipoli (Fiori, Nuov. Flor. Anal. Ital., 2: 279, 1927 sub *Nonea setosa* R. et S.).

Anche nel caso di questo mio ultimo reperto, ritengo che la specie sia da considerarsi un'avventizia incostante della flora regionale, poichè ho trovato solo un paio di individui e non sono più riuscito a trovarla l'anno successivo.

103. *Knautia integrifolia* (L.) Bertol. (Dipsacaceae)

(Syn: *Scabiosa integrifolia* L.; *Knautia hybrida* (All.) Coulter)

Conferma della presenza per la regione.

R e p e r t i. Prov. GO - Ronchi dei Legionari, incolto nei pressi dell'aereoporto (101/46), 5 Jul 1995, Barbo (MFU).

O s s e r v a z i o n i. Specie euri-mediterranea comune nell'Italia centromeridionale; al Nord rara e spesso avventizia incostante (Pignatti, Fl. Ital., 2: 670, 1982).

Le ultime segnalazioni di questa specie, infestante negli incolti e nei campi a riposo, risalgono alla fine del secolo scorso.

La stazione è costituita da diverse decine di esemplari distribuiti su una superficie relativamente ampia (alcune centinaia di metri quadri). È distante pochi chilometri dalla

stazione segnalata da Pospichal a Bestrigna presso S. Canzian d'Isonzo (POSPICHAL, Fl. oesterr. Küstenl., 3: 735-736, 1899 sub *Scabiosa hybrida*). È stata segnalata negli stessi anni anche per il Triestino, in diverse località (MARCHESETTI, Fl. Trieste: 271, 1897; POSPICHAL, op. cit.). POLDINI (Atl. corol. piante vasc. FVG: 820, 1991) aggiunge a questi dati una segnalazione per il Tarvisiano, tra Pontebba e Malborghetto (PACHER, *Jahrb. naturhist. Landes-Mus. Kärnten*, 1880-95). Non essendo mai stata ritrovata durante i lavori per la cartografia floristica è probabile si tratti di una specie in forte riduzione a causa degli erbicidi, come molte altre specie arvensi (POLDINI, op. cit.).

104. *Chrysanthemum coronarium* L. (Compositae)

Specie nuova per la regione.

R e p e r t i. Prov. UD - S. Giorgio di Nogaro, strada di campagna vicino alla stazione ferroviaria (101/44), 24 Jul 1995, Barbo (MFU).

O s s e r v a z i o n i. Specie steno-mediterranea largamente diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo, altrove largamente coltivata e occasionalmente naturalizzata.

In Italia è specie indigena e comune nella regione mediterranea, mentre al Nord viene comunemente coltivata ed è stata segnalata, come specie subspontanea in Liguria, come avventizia incostante in Emilia, Lombardia e Veneto (FIORI, Nuov. Fl. Anal. Ital., 2: 627, 1927; PIGNATTI, Fl. Ital., 3: 87, 1982).

Si tratta di una specie sinantropica, che cresce negli incolti, campi coltivati, vigneti. La stazione consta di una decina di esemplari. Un singolo individuo, fuggito anche questo probabilmente da una vicina coltura, è stato da me rilevato anche in Veneto, vicino al confine regionale con il Friuli, a Fossalta di Portogruaro (VE).

105. *Crepis sancta* (L.) Babcock (Compositae)
(Syn.: *Lagoseris sancta* Maly; *Lagoseris bifida* Koch)

Specie nuova per la provincia di Trieste.

R e p e r t i. Prov. TS - Trieste: quartiere universitario all'inizio di Via Giorgeri lungo il bordo stradale (103/48), 12 Apr 1994, Barbo (MFU).

O s s e r v a z i o n i. Specie irano-turanica, diffusasi abbondantemente in Europa meridionale nell'ultimo secolo, tanto da venir attualmente considerata eurimediterranea.

La diffusione di questa specie in Italia è recente ed ancora in atto. Infatti, fino alla metà del secolo scorso era segnalata soltanto in Liguria, negli ultimi anni dell''800 è comparsa in

Lazio e Toscana, in questo secolo è diventata comune in tutta l'Italia centrale, in Romagna e nelle Langhe (PIGNATTI, Fl. Ital., 3: 278, 1982). È comune anche nell'Istria meridionale, mentre per l'Istria settentrionale slovena ci sono soltanto 2 segnalazioni per il monte di Capodistria e Strugnano (POLDINI, *Studia Geobot.*, 1 (2): 440, 1980). Per il Friuli - Venezia Giulia ci sono soltanto quattro reperti di Zirnich raccolti tra il 1939 ed il 1954 in due località del Vallone di Gorizia (ZIRNICH in MEZZENA, *Atti Mus. Civ. St. Nat.*, Trieste, 38: 116, 1986 sub *Lagoseris bifida* Koch).

Nonostante questa sia una specie in progressiva diffusione, ritengo che nella flora regionale *Crepis sancta* vada ancora considerata come un'avventizia incostante, poiché non è mai stata ritrovata durante i lavori per la cartografia floristica della regione (POLDINI, Atl. corol. piante vasc. FVG: 290, 1991). Infatti anche nella stazione da me trovata, c'erano solo pochi individui e non ho più ritrovato la specie nelle stagioni successive.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:
- Massimo BARBO, Via V. Pittoni 4, I-34148 TRIESTE TS
- Gianfranco BERTANI, Via Pordenone 86/17, I-33078 S. VITO AL TAGLIAMENTO PN
- Severino COSTALONGA, Strada per Fratta 43, I-33077 SACILE PN
- Antonino DANELUTTO, Via del Pino 13, I-33017 TARCENTO UD
- Dario FAVRETTO, Via de i Moreri 9/1, I-34135 TRIESTE
- Romano GUERRA, Via Campagnola 23, I-33013 GEMONA UD
- Roberto PAVAN, Via Marconi 8, I-33077 SACILE PN
- Gianfranco TONUSSI, Via Bues 27, I-33010 QUALSO DI REANA DEL ROJALE UD

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17 (1995)	141-144	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

C. Belfiore, F. Desio

CHOROTERPES (EUTHRAULUS) BALCANICUS (IKONOMOV, 1961) IN ITALIA (EPHEMEROPTERA, LEPTOPHLEBIIDAE)

CHOROTERPES (EUTHRAULUS) BALCANICUS *(IKONOMOV, 1961) IN ITALY (EPHEMEROPTERA, LEPTOPHLEBIIDAE)*

Riassunto breve - La cattura di alcune ninfe del sottogenere *Euthraulus* in alcuni corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale) ha consentito di segnalarne la presenza in Italia. Gli esemplari esaminati vengono attribuiti alla specie *Choroterpes (Euthraulus) balcanicus* (Ikonomov, 1961). Viene discussa brevemente la tassonomia delle specie europee del sottogenere *Euthraulus.*
Parole chiave: Ephemeroptera, Leptophlebiidae, *Choroterpes (Euthraulus) balcanicus*, Tassonomia, Fauna Italiana, Nuova segnalazione.

Abstract - *Some nymphae of the subgenus* Euthraulus *have been collected in few streams of Friuli Venezia Giulia (North-Eastern Italy), so it's possible to record it in Italy. Authors ascribe the collected specimens to* Choroterpes (Euthraulus) balcanicus *(*Ikonomov, *1961). The taxonomy of Subgenus* Euthraulus *species is shortly discussed.*
Key words: *Ephemeroptera, Leptophlebiidae,* Choroterpes (Euthraulus) balcanicus, *Taxonomy, Italian fauna, New Record.*

Introduzione

Il sottogenere *Choroterpes (Euthraulus)* Barnard, 1932, distinguibile da *Choroterpes (Choroterpes)* soprattutto per le tracheobranchie formate da due lamelle sovrapposte terminanti in tre digitazioni lunghe e sottili, comprende specie distribuite per lo più nelle regioni Etiopica, Orientale e nell'Asia Paleartica (Peters & Edmunds, 1970). Due specie sono state descritte in Europa: *C. (E.) balcanicus* (Ikonomov, 1961) del bacino del fiume Vardar (Macedonia centrale) e *C. (E.) assimilis* Gaino & Sowa, 1985, raccolto nell'isola di Lesbo (Grecia). Recenti raccolte effettuate in Friuli Venezia Giulia hanno consentito di accertare la presenza di questo sottogenere anche in Italia. Gli individui esaminati sono stati attribuiti alla specie *C. (E.) balcanicus*: i reperti qui segnalati estendono di molto l'areale della specie e ci consentono di discutere brevemente la tassonomia delle specie europee.

Materiale esaminato

Tutti gli esemplari catturati provengono dal Fiume Natisone e dal Fiume Judrio, che nascono in Slovenia e attraversano la parte orientale del Friuli-Venezia Giulia. L'habitat di entrambi i corsi d'acqua è costituito da ghiaia grossolana con scarsa vegetazione sommersa e, nel tratto interessato dai campionamenti, moderata velocità della corrente.

Esemplari esaminati:

Friuli V.G., Manzano (UD), Fiume Natisone 28.08.81 B. Zanolin legit, 2 larve

Friuli V.G., Premariacco (UD), Orsaria, Fiume Natisone 28.08.91 F. Stoch legit, 1 larva

Friuli V.G., Dolegna (GO), Vencò, loc. Case Marcolin, Fiume Judrio 27.08.91 F. Desio et S. Paradisi legit, 3 larve

Friuli V.G., Dolegna (GO), Vencò, loc. Case Marcolin, Fiume Judrio 18.07.94 F. Desio legit, 3 larve

Friuli V.G., Dolegna (GO), Vencò, loc. Case Marcolin, Fiume Judrio 10.08.94 F. Desio legit, 2 larve

Descrizione dei principali caratteri tassonomici

Margine esterno delle mandibole con 15-24 lunghi peli (fig. 1a). Superficie del labrum con due file parallele di lunghe setole, quelle della fila posteriore appaiono disposte in modo più regolare e sono lunghe poco meno del doppio di quelle anteriori. Processi laterali del lobo mediano dell'ipofaringe lunghi, ricurvi verso l'interno (fig. 1b). Ultimi articoli del palpo mascellare come in fig. 1c. Unghie tarsali ricurve all'apice, con 4-5 denticoli prossimali grossetti e 10-12 denticoli distali slanciati (fig. 1d). IV tracheobranchia come in fig. 1e.

Discussione

Gaino e Sowa (1986) hanno descritto *C. (E.) assimilis* sulla base di subimmagini (maschili e femminili) e larve, mentre di *C. (E.) balcanicus* sono note l'immagine femminile e la larva (Ikonomov, 1961). Le differenze tra le larve, sulle quali è stata basata la diagnosi differenziale tra le due specie (Gaino & Sowa, 1985), sono state rilevate dal confronto del materiale dell'Isola di Lesbo con i disegni della descrizione originale (Ikonomov, 1961). Riteniamo che tali disegni non possano essere ritenuti affidabili, in considerazione dell'insufficiente livello di approssimazione. In realtà, a giudicare dalla letteratura disponibile, gli individui rinvenuti in Italia sono senz'altro più simili a *C. (E.) assimilis* che a *C. (E.) balcanicus*. Ma considerando le incertezze sulla affidabilità dei disegni di Ikonomov e la distribuzione geografica delle due presunte specie, riteniamo che il nostro materiale debba essere attribuito, per il momento, alla specie balcanica. Solo esami condotti direttamente su materiale macedone potranno tuttavia confermare che le somiglianze tra le due specie europee sono in realtà più profonde di quanto sinora noto, e stabilire con certezza l'eventuale sinonimia tra di esse.

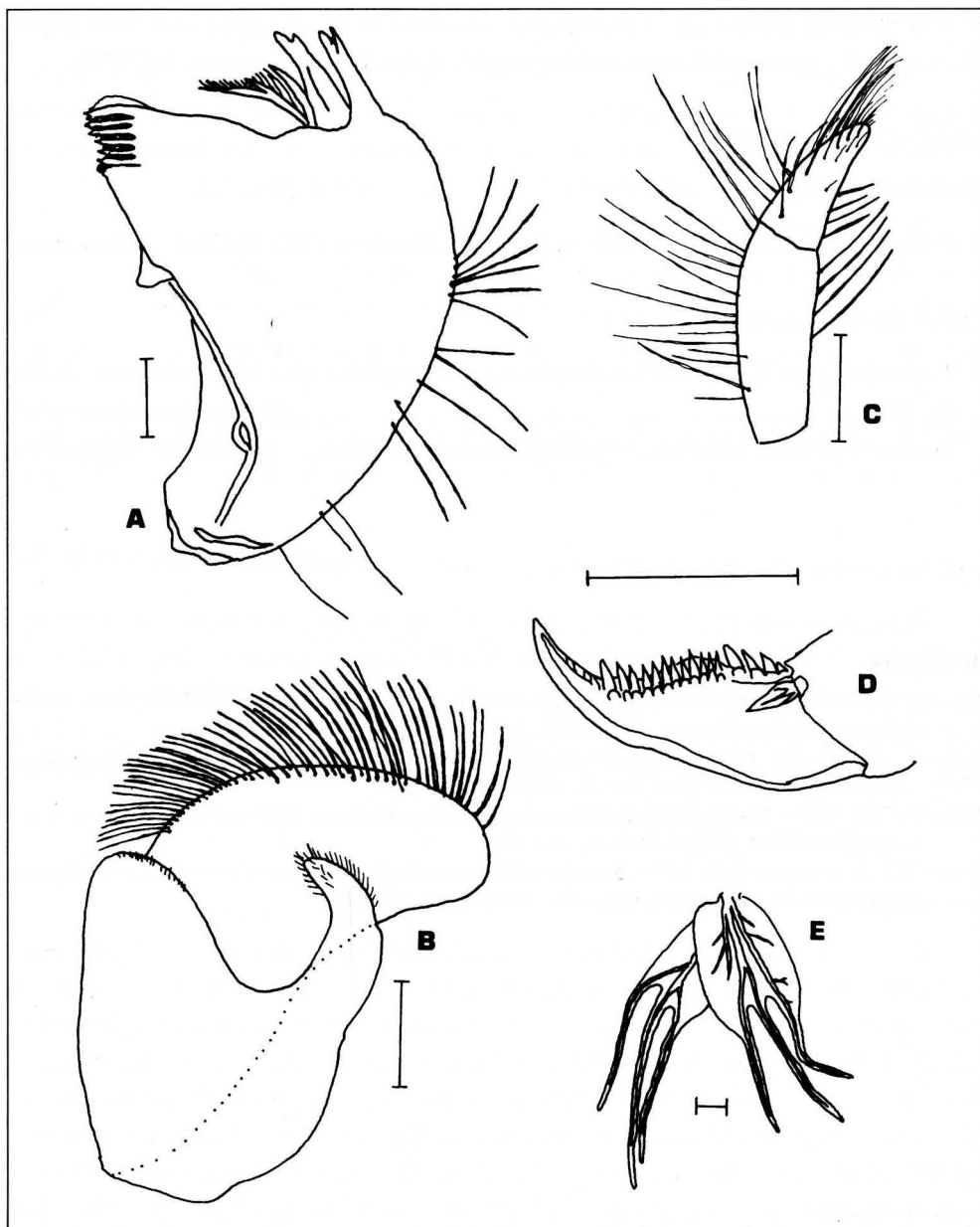



Fig. 1 - *Choroterpes (Euthraulus) balcanicus,* larva (le scale corrispondono a mm 0,1): mandibola (A); metà sinistra dell'ipofaringe (B); estremità distale del palpo mascellare (C); unghia tarsale (D); IV tracheobranchia (E).

- Choroterpes (Euthraulus) balcanicus, *larva (the scales correspond to mm 0.1): mandible (A); left half of hypopharynx (B); maxillary palp outher end (C); tarsal claw (D); IV gill (E).*

Si propone, come segue, l'inserimento delle larve di *C. (E.) balcanicus* nella chiave dicotomica dei generi e delle specie dei Leptophlebiidae italiani (BELFIORE, 1983: 90):

Famiglia Leptophlebiidae

Chiave dei generi

1. Prima tracheobranchia monolamellare, lanceolata (BELFIORE, 1983: fig. 50d) .... *Choroterpes*

Chiave dei sottogeneri

1. Tracheobranchie II-VII con i lobi distali corti, in particolare i due laterali (BELFIORE, 1983: fig. 50d) .... *Choroterpes (Choroterpes)*
- Tracheobranchie II-VII con tre lobi distali assai lunghi e sottili ..... *Choroterpes (Euthraulus)*

Manoscritto pervenuto il 30.IV.1995.

Bibliografia

BELFIORE C., 1983 - Efemerotteri (Ephemeroptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 24. *C.N.R., AQ/1/201*, pp.113.

GAINO E. & SOWA R., 1985 - Nouvelles especes de Leptophlebiidae de Grece et de Yougoslavie (Ephemeroptera). *Boll. Soc. Ent. It.*, 117 (1-3): 8-17.

IKONOMOV P., 1961 - Eintagsfliegen (Ephemeroptera) Jugoslaviens, *Euthraulus balcanicus* n. sp. (Leptophlebiidae). *Fragm. Balcan.*, 4: 1-10.

PETERS W.L. & EDMUNDS G.F., 1970 - Revision of the generic classification of the Eastern Hemisphere Leptophlebiidae (Ephemeroptera). *Pac. Insects*, 12: 157-240.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:
- dott. Carlo BELFIORE
Dip. di Zoologia
dell'Università Federico II
Via Mezzocannone 8, I-80134 NAPOLI
- dott. Fabrizio DESIO
Museo Friulano di Storia Naturale
Via Grazzano 1, I-33100 UDINE

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	17(1995)	145-147	Udine, 31.VII.1996	ISSN: 0391-5859

M. Specchi, E. Pizzul

PSEUDORASBORA PARVA (SCHLEGEL, 1842) (OSTEICHTHYES, CYPRINIDAE) NELLE ACQUE DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA. PRIMA SEGNALAZIONE

PSEUDORASBORA PARVA *(SCHLEGEL, 1842) (OSTEICHTHYES, CYPRINIDAE) IN FRIULI-VENEZIA GIULIA FRESHWATERS (NORTH-EASTERN ITALY). FIRST OBSERVATION*

Riassunto breve - Nel Fiume Vipacco, in occasione di una campagna di recupero di esemplari di *Silurus glanis*, nell'aprile 1996 è stato catturato un esemplare di *Pseudorasbora parva*, specie alloctona nelle nostre acque il cui areale originale interessava l'Asia orientale. In Italia la presenza di questa specie è stata segnalata all'inizio degli anni '90 nei corsi d'acqua della bassa pianura emiliana.
Parole chiave: *Pseudorasbora parva*, Fiume Vipacco, Friuli-Venezia Giulia, Nuova segnalazione.

Abstract - *In the river Vipacco, while* Silurus glanis *was being fished in April 1996, a specimen of* Pseudorasbora parva *was caught. This is an East Asiatic fish which was discovered in the early '90s to live in Italian water courses limited to the lower Emilian plain.*
Key words: Pseudorasbora parva, *Vipacco river, North-Eastern Italy, New record.*

Pseudorasbora parva (fig.1) è un piccolo Ciprinide la cui lunghezza totale è solitamente inferiore a cm 10; il corpo è fusiforme con capo appuntito e bocca in posizione supera. È una specie che possiede un'ampia valenza ecologica preferendo tuttavia acque stagnanti o a lento corso (Gandolfi et al., 1991).

L'originaria diffusione della specie interessava esclusivamente l'Asia orientale; ma in seguito ad un'introduzione accidentale avvenuta nel 1960 nelle acque del basso Danubio, ha ampliato il suo areale nell'Europa centro-orientale. Nel 1980 è segnalata nelle acque francesi (Allardi & Chancerel, 1988) e da Bianco (1988) in alcune località dei Balcani. Quest'ultimo Autore osserva che su 19 esemplari esaminati, 11 avevano età 0+ (lunghezza standard compresa tra mm 32 e 74, linea laterale incompleta costituita da 9-28 scaglie) 8 esemplari avevano età compresa tra 0+ e 1+ (lunghezza standard variabile tra mm 32-74, linea laterale completa costituita da 35-37 scaglie); tutti gli esemplari presentavano inoltre una banda longitudinale scura, più pallida negli esemplari di età 1+.

Nel corso di campionamenti ittici effettuati nel 1988 e 1989 nei canali di bonifica delle province di Modena e Reggio Emilia, SALA & SPAMPANATO (1990) catturano 25 esemplari di *Pseudorasbora parva*; questi Autori, vista la sua abbondanza e diffusione, ritengono che l'introduzione risalga ad alcuni anni prima, nel corso dei quali la specie si sarebbe ormai acclimatata.

SALA & SPAMPANATO (1990) riportano inoltre la segnalazione della specie fatta da Franzoi e Carreri nelle acque dei canali del ferrarese.

Pseudorasbora parva è una specie estremamente adattabile e sembra possa raggiungere notevoli densità di popolazione poichè inizia a riprodursi già al primo anno di età (GANDOLFI et al., 1991) disponendo tra l'altro di un elevato potenziale riproduttivo; la sua presenza nelle acque di recente insediamento è considerata indesiderabile e nociva (WELCOMME, 1988).

Nell'aprile 1996 nel corso di una campagna di catture di *Silurus glanis* – specie alloctona ed ormai acclimatata nelle acque del Bacino dell'Isonzo (SPECCHI & PIZZUL, 1996) – nel fiume Vipacco è stato pescato un esemplare di *Pseudorasbora parva*, che dalla lettura delle scaglie risultava avere 3 anni d'età.

l.l.	D	A	V	P
35	9	7	8	10

Tab. 1 - Caratteri meristici: l.l.=numero di scaglie lungo la linea laterale, D=numero di raggi della pinna dorsale, A=numero di raggi della pinna anale, V=numero di raggi della pinna ventrale, P=numero di raggi della pinna pettorale.
- *Meristic characters. l.l.=number of scales along the lateral line, D=number of rays of the dorsal fin, A=number of rays of the anal fin, V=number of rays of the ventral fin, P=number of rays of the pectoral fin.*

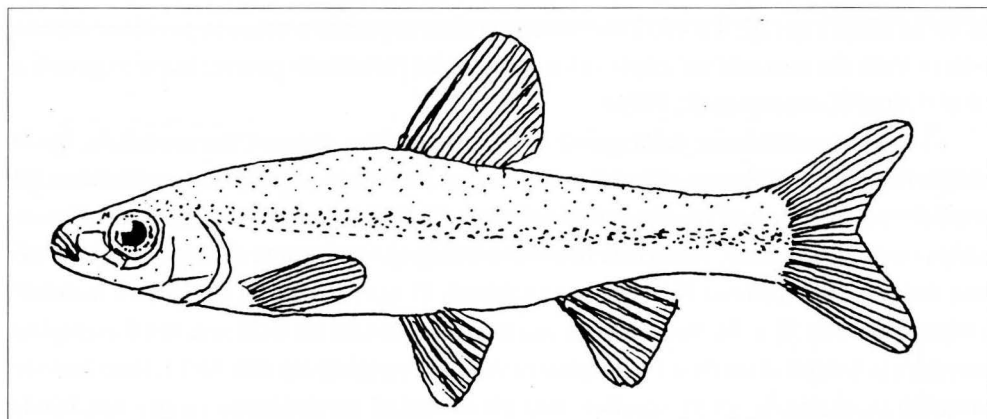



Fig. 1 - *Pseudorasbora parva* (SCHLEGEL 1842).

LTA cm	LS cm	LPD cm	LPA cm	LC cm	LO cm	DO cm	LP cm	LA cm	LV cm	LP cm	H cm	HC cm	W g
9.4	7.8	3.8	5.2	1.7	1	0.3	1.6	1.1	1.3	1.1	2.1	1.2	7.9

Tab. 2 - Misure biometriche: LTA=lunghezza totale, LS=lunghezza standard, LPD=lunghezza dall'estremità del muso alla radice della pinna dorsale, LPA=lunghezza preanale, LC=lunghezza del capo, LO=lunghezza dall'estremità del muso al margine esterno dell'opercolo, DO=diametro dell'occhio, LP=lunghezza della pinna dorsale, LA=lunghezza della pinna anale, LV=lunghezza della pinna ventrale, LP=lunghezza della pinna pettorale, H=altezza del tronco al di sotto della pinna dorsale, HC=altezza del capo, W=peso totale.

- *Biometric measurements. LTA=total length, LS=standard length, LPD=length from snout to the beginning of the dorsal fin, LPA=preanal length, LC=head length, LO=length from snout to end of operculum, DO=eye diameter, LP=length of dorsal fin, LA=length of anal fin, LV=length of ventral fin, LP= length of pectoral fin, H=height of body under the dorsal fin, HC=height of head, W=total weight.*

Sull'esemplare sono stati rilevati i principali caratteri meristici e le variabili biometriche (tab. 1 e tab. 2).

Manoscritto pervenuto il 29.XII.1995.

Bibliografia

ALLARDI J. & CHANCEREL F., 1988 - Note ichtyologique sur la présence en France de *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 308: 35-37.

BIANCO P.G., 1988 - Occurence of the Asiatic gobional *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel) in south-eastern Europe. *J. Fish Biol.*, 32: 973-974.

GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P. & MARCONATO A., 1991 - I pesci delle acque interne italiane. *Ministero dell'Ambiente, Unione Zool. Ital.*: 226-227.

SALA L. & SPAMPANATO A., 1990 - Prima segnalazione di *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842) in acque interne italiane. *Riv. Idrobiol.*, 29 (1): 461-467.

SPECCHI M. & PIZZUL E., 1995 - Prime osservazioni su *Silurus glanis* (L., 1758) (Osteichthyes, Siluridae) nelle acque del Bacino dell'Isonzo. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 16 (1994): 213-216.

WELCOMME R.L., 1988 - International introduction of inland aquatic species. *FAO, Fisheries Technical Paper*, 294: 231-232.

Indirizzo degli Autori - Authors' address:
- prof. Mario SPECCHI
- dr. Elisabetta PIZZUL
Dipartimento di Biologia
dell'Università degli Studi
Via E. Weiss 2, I-34127 TRIESTE

INDICE

CONTENTS

Direttore responsabile: Dr. Carlo Morandini
Autorizzazione del Tribunale di Udine n. 449 del 24.V.1979
Stampa Litho Stampa snc - Pasian di Prato